|  |  |
| --- | --- |
|  | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_Робототехника и комплексная автоматизация\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАФЕДРА \_\_\_\_\_\_\_Системы автоматизированного проектирования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

***К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ***

***НА ТЕМУ:***

***Разработка сетевых компонентов и их интеграция в шаблон многопользовательской игры на Unreal Engine 4.***

Студент \_\_РК6-83Б\_\_\_\_\_\_ **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_Боженко Д.В. \_\_**

(Группа) (Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель ВКР **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_Витюков Ф.А.\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Нормоконтролер **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

*2021 г.*

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

**(национальный исследовательский университет)»**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой *\_\_РК6*\_\_\_

(Индекс)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_ *А.П. Карпенко* \_

(И.О.Фамилия)

« 15 » февраля *2021* г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра**

Студент группы \_\_ РК6-83Б\_\_\_\_\_

\_\_ Боженко Дмитрий Владимирович\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество)

Тема квалификационной работы

Разработка сетевых компонентов и их интеграция в шаблон многопользовательской игры на Unreal Engine 4.

Источник тематики (НИР кафедры, заказ организаций и т.п.):

НИР кафедры

Тема квалификационной работы утверждена распоряжением по факультету \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_№\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

***Часть 1.*** Аналитическая часть.

*Необходимо провести изучение, анализ и подбор материала для выполнения проекта: исследовать решения в области создания развертываний многопользовательских приложений, применяемые инструменты – Kubernetes, Docker. В данной части работы должны быть исследованы зависимости, которые возникают между единичным экземпляром сервера и создаваемым развертыванием, изучены процессы, происходящие внутри развертывания.*

***Часть 2.*** Практическая часть 1.

*Необходимо создать клиент и сервер многопользовательской игры на движке Unreal Engine 4. Данная часть работы предполагает произведение локального развертывания клиент-серверного приложения, которое будет основана на применении таких инструментов, как Docker и Kubernetes.*

***Часть 3.*** Практическая часть 2.

*Необходимо произвести развертывание в облаке, для полученного развертывания произвести обновление. В данной части работы должен быть проведен анализ развернутой системы, а также нагрузочное тестирование.*

***Оформление квалификационной работы:***

Расчетно-пояснительная записка на \_\_\_\_ листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.):

Дата выдачи задания «10» февраля 2021 г.

В соответствии с учебным планом выпускную квалификационную работу выполнить в полном объеме в срок до «11» июня 2021 г.

**Руководитель квалификационной работы** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ Витюков Ф.А. \_

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

**Студент** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_ Боженко Д.В. \_\_

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Примечание:

1. Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

**(национальный исследовательский университет)»**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

**ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_РК\_\_ \_\_**  УТВЕРЖДАЮ

**КАФЕДРА\_\_\_\_\_РК6\_\_\_\_\_\_** Заведующий кафедрой \_\_\_РК6\_\_\_\_

(Индекс)

**ГРУППА \_\_РК6-83Б\_\_\_\_\_\_** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.П. Карпенко

« 15 » февраля 2021 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

**выполнения выпускной квалификационной работы**

студента: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Боженко Дмитрия Владимировича\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество)

Тема квалификационной работы: «Разработка сетевых компонентов и их интеграция в шаблон многопользовательской игры на Unreal Engine 4»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование этапов выпускной квалификационной работы** | **Сроки выполнения этапов** | | **Отметка о выполнении** | |
| **план** | **факт** | **Должность** | **ФИО, подпись** |
|  | Задание на выполнение работы. Формулирование проблемы, цели и задач работы | *\_18.02.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_18.02.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Руководитель ВКР | Витюков Ф.А. |
|  | 1 часть. Теоретическая часть. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | *\_31.03.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_31.03.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Руководитель ВКР | Витюков Ф.А. |
|  | Утверждение окончательных формулировок решаемой проблемы, цели работы и перечня задач | *\_01.04.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_01.04.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Заведующий кафедрой | Карпенко А.П. |
|  | 2 часть. Практическая часть 1. | *\_30.04.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_21.05.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Руководитель ВКР | Витюков Ф.А. |
|  | 3 часть. Практическая часть 2. | *\_18.05.2020\_*  *Планируемая дата* | *\_20.06.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Руководитель ВКР | Витюков Ф.А. |
|  | 1-я редакция работы | *\_23.05.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_23.05.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Руководитель ВКР | Витюков Ф.А. |
|  | Подготовка доклада и презентации | *\_14.06.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_17.06.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Студент | Шеронов Д.Е. |
|  | Заключение руководителя | *\_18.06.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_18.06.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Руководитель ВКР | Витюков Ф.А. |
|  | Допуск работы к защите на ГЭК (нормоконтроль) | *\_18.06.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_18.06.2020\_\_*  *Фактическая дата* | Нормоконтролер | Грошев С.В. |
|  | Внешняя рецензия | *\_14.06.2020\_\_*  *Планируемая дата* | *\_14.06.2020\_\_*  *Фактическая дата* |  |  |
|  | Защита работы на ГЭК | *\_22.06.2020\_*  *Планируемая дата* | *\_22.06.2020\_\_*  *Фактическая дата* |  |  |

*Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ *Руководитель работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

(подпись, дата) (подпись, дата)

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Московский государственный технический университет**

**имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

**НАПРАВЛЕНИЕ НА ЗАЩИТУ**

**Выпускной квалификационной работы**

**Председателю**

**Государственной Экзаменационной Комиссии № \_\_\_\_\_**

факультета «Робототехники и комплексной автоматизации» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Направляется студент *Боженко Дмитрий Владимирович* группы *РК6-83Б* на защиту выпускной квалификационной работы «Разработка сетевых компонентов и их интеграция в шаблон многопользовательской игры на Unreal Engine 4»

Декан факультета *\_\_\_\_Шашурин Г.В.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

**Справка об успеваемости**

Студент *Боженко Дмитрий Владимирович* за время пребывания в МГТУ имени Н.Э. Баумана

с 2019 г. по *2023* г. полностью выполнил учебный план со следующими оценками:   
отлично – %, хорошо –  %, удовлетворительно –  %.

Инспектор деканата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Отзыв руководителя выпускной квалификационной работы**

Место для ввода текста.

Руководитель **Витюков Ф.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

«18» июня 2023 г.

**Заключение кафедры о выпускной квалификационной работе**

Выпускная квалификационная работа

просмотрена, и студент может быть допущен к защите этой работы в Государственной Экзаменационной Комиссии.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

# АННОТАЦИЯ

Тип работы: выпускная квалификационная работа.

Тема работы: Разработка сетевых компонентов и их интеграция в шаблон многопользовательской игры на Unreal Engine 4.

Объект исследований: Процесс разработки и внедрения сетевых компонентов.

СОДЕРЖАНИЕ

[АННОТАЦИЯ 6](#_Toc129455147)

[ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 9](#_Toc129455148)

[ВВЕДЕНИЕ 11](#_Toc129455149)

[1. Возможности современных многопользовательских игр 12](#_Toc129455150)

[2. Таблицы лидеров 14](#_Toc129455151)

[2.1. Алгоритм начисления внутриигровых очков 14](#_Toc129455152)

[2.2. Проблема переполнения разрядной сетки при хранении чисел с плавающей запятой с большой точностью 14](#_Toc129455153)

[2.3. Проблема читаемости данных 14](#_Toc129455154)

[2.4. Отображение заработанных очков в интерфейсе игры 14](#_Toc129455155)

[3. Матчмейкинг 15](#_Toc129455156)

[4. Лобби 16](#_Toc129455157)

[5. внутриигровой голосовой чат 17](#_Toc129455158)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 18](#_Toc129455159)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 19](#_Toc129455160)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 20](#_Toc129455161)

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

**ЯП —** язык программирования.

**Многопользовательская игра** — режим компьютерной игры, в котором играет более одного пользователя по сети Интернет.

**Движок** — это программный фреймворк, предназначенный в первую очередь для разработки видеоигр и обычно включающий соответствующие библиотеки и программы поддержки.

**UE 4** — движок Unreal Engine 4.

**Клиент** — машина, которая получает информацию об игровом мире через сервер и на которой происходит отрисовка игрового процесса.

**Сервер** — мощная вычислительная машина, через которую происходит обмен информацией об игровом мире без отрисовки графики и воспроизведения звуков.

**Удаленный игрок** — игрок, который находится на другой машине в пределах одной игровой сети.

**Локальный игрок** — игрок, который находится на локальной машине.

**LAN** — локальная вычислительная сеть, где все участники находятся, как правило, в пределах одной ограниченной территории.

**AActor** — один из основных классов в UE 4, являющийся базовым для всех остальных классов, представленных в игровом мире.

**Online Subsystem (далее OSS)** — кроссплатформенная система, позволяющая использовать современные возможности многопользовательских игр.

**Epic Online Services (далее EOS)** — OSS, предоставляемая компанией Epic Games.

**Epic Account Services (далее EAS)** — плагин, являющийся частью EOS, предоставляющий доступ к интерфейсу авторизации и многим другим интерфейсам.

**Epic Game Services** — плагин, являющийся частью EOS, предоставляющий доступ к интерфейсам, связанным с игровым процессом.

**Dev Portal** — Интернет-ресурс Epic Games, предназначенный для создания и редактирования настроек приложения, использующего EOS.

**УЗ** — Учетная запись.

# ВВЕДЕНИЕ

Рынок видеоигр стремительно развивается с каждым годом. На сегодняшний день рынок игр во всем мире является одним из самых больших сегментом мирового рынка цифрового контента, ежегодно генерируя многомиллиардные доходы и привлекая огромную аудиторию. Наибольшая доля в структуре российского рынка приходится на сегмент онлайн-игр. По данным *Mail.ru Group*, в 2019 году его объем увеличился на 9% и составил 56,7 млрд рублей (около $1 млрд).

Среди всех жанров игр на данный момент самыми популярными являются *MMO* (массовые многопользовательские онлайн игры), которые использует *Real-Time Multiplayer*. *Real-Time Multiplayer* — это тот режим игры, в котором каждый пользователь получает и отправляет данные об игровом мире с выделенного игрового сервера несколько десятков раз за отведенный промежуток времени. Данное понятие называется тикрейт, т. е. какое количество запросов сервер может обрабатывать за установленные промежуток времени.

Целью данной практической работой является изучение одной из доступных подсистем для движка Unreal Engine 4, а именно предоставляемых ей программных интерфейсов, таких как матчмейкинг, голосовой чат, таблицы лидеров и т. п., которые широко применяются в современных многопользовательских играх. На основе полученных знаний разработать вышеперечисленные сетевые компоненты и внедрить их в шаблон многопользовательской игры.

Данная цель является актуальной, так как изучение концепции создания многопользовательских игр является необходимым условием освоения рынка видеоигр, которые в свою очередь стремительно развиваются и набирают большую популярность в сфере информационных технологий.

# Возможности современных многопользовательских игр

Современные многопользовательские игры включают в себя множество возможностей, которые они могут предоставить пользователям. Самыми распространенными из них являются авторизация, система достижений, матчмейкинг (система подбора игроков), создание лобби, таблицы лидеров, система голосового чата и античит-система.

В UE 4 существует несколько OSS, которые предоставляют доступ к возможностям современных многопользовательских игр, а именно Online Subsystem EOS, Online Subsystem Steam, Online Subsystem Oculus, Online Subsystem Google Play, а также Online Subsystem Null. Каждая из перечисленных подсистем предоставляет возможность использовать возможности современных многопользовательских игр, добавляя собственные интеграции.

Online Subsystem EOS является хорошим выбором, так как предоставляет широкие возможности выбора интерфейсов для реализации возможностей многопользовательских игр, которые могут расширить функционал любого шаблона многопользовательской игры. Также EOS имеет подробную документацию, которую необходимо использовать при интеграции предоставленных интерфейсов в проект.

EOS подразделяется на два вида сервисов: EAS и EOS. Оба сервиса предоставляют большое количество интерфейсов, которые добавляют в игру возможности современных многопользовательских игр. Оба плагина могут использоваться как одновременно, так каждый по отдельности в независимости друг от друга.

EAS в основном предоставляет интерфейсы для авторизации пользователей с помощью УЗ Epic Games и управления списком друзей. Epic Games Services предоставляют интерфейсы, которые связаны с управлением многопользовательского игрового процесса пользователей.

Для того, чтобы в приложении можно было использовать данные сервисы, необходимо провести предварительную настройку приложения на Dev Portal Epic Games, где нужно получить необходимые данные для инициализации приложения и разрешить использование двух вышеперечисленных сервисов.

# Таблицы лидеров

## Алгоритм начисления внутриигровых очков

## Проблема переполнения разрядной сетки при хранении чисел с плавающей запятой с большой точностью

## Проблема читаемости данных

## Отображение заработанных очков в интерфейсе игры

# Матчмейкинг

# Лобби

# внутриигровой голосовой чат

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было создано развертывание многопользовательского приложения, построенного на игровом движке Unreal Engine 4. Полученный с помощью Kubernetes и Docker кластер был проанализирован. В результате тестирования были сделаны выводы о нагрузке, которую выдерживает развертывание. На каждые 256 игроков необходимо 1 vCPU и 4 Гб оперативной памяти.

Данная работа демонстрирует полный цикл развертывания многопользовательского приложения. Процесс развертывания может меняться и дополнятся, в зависимости от требований к целевому результату, программному обеспечению или иных обстоятельств.

Создание инфраструктур для многопользовательских приложений – актуальная задача, так как позволяет увеличить качество предоставляемых услуг, снизить расходы предприятия (например, при использовании инфраструктуры в облаке).

Решения в области развертываний не ограничиваются игровой индустрией, они активно используются повсеместно – в развлекательных сервисах (трансляции, видео), соцсетях, различных инженерных приложениях и прочих, где необходимо обеспечить масштабируемость и отказоустойчивость.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Services Documentation. Unreal Engine Documentation. <https://dev.epicgames.com/docs>. Дата обращения (25.11.2022);
2. Auth Interface. Unreal Engine Documentation.

URL: <https://dev.epicgames.com/docs/epic-account-services/auth-interface>. Дата обращения (26.11.2022);

1. Platform Interface. Unreal Engine Documentation.

URL: <https://dev.epicgames.com/docs/game-services/eos-platform-interface>.

Дата обращения (26.11.2022);

1. EOS Game Services. Unreal Engine Documentation.

URL: <https://dev.epicgames.com/docs/game-services>**.**

Дата обращения (26.11.2022);

1. EOS Account Services. Unreal Engine Documentation.

URL: <https://dev.epicgames.com/docs/epic-account-services>.

Дата обращения (27.11.2022);

1. EOS SDK Errors Code. Unreal Engine Documentation.

URL: <https://dev.epicgames.com/docs/epic-online-services/sdk-error-codes>.

Дата обращения (01.12.2022);

1. Уильям Шериф. Unreal Engine 4.x Scripting with C++ Cookbook / Уильям Шериф, Стивен Уиттл, Джон Доран. — Packt Publishing, 2019 г. — 708 c.
2. Арам Куксон. Unreal Engine 4 Game Development in 24 Hours, Sams Teach Yourself / Арам Куксон, Райан Даулингсока, Клинтон Крамплер. — Москва: Бомбора, 2019 г. — 528 с.
3. Маркус Ромеру. Blueprints Visual Scripting for Unreal Engine 2nd Edition / Маркус Ромеру, Бренден Сьюэлл. — Packt Publishing, 2019 г. — 380 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Список графических материалов:

1. Схема кластера Kubernetes
2. Процесс развертывания
3. Обязанности клиента и сервера
4. Создание клиента и сервера
5. Локальное развертывание
6. Контейнеризация сервера
7. Среда Minikube