

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа Информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка компьютерного трёхмерного игрового проекта “Project - X”</b>

УДК 004.415:004.925.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В4А	Шеметов Л. В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения информационных технологий	Друки А. А.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально- гуманитарных наук	Старикова Е. В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И. И.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
09.03.01 Информатика и ВТ	Погребной А. В.	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

**ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОСНОВНОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ  
09.03.01 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА», ИК  
ТПУ, ПРОФИЛЬ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ, КОМПЛЕКСЫ,  
СИСТЕМЫ И СЕТИ»**

Код результата тов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Погребной А.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8В4А	Шеметов Леонид Викторович

Тема работы:

<b>Разработка компьютерного трёхмерного игрового проекта “Project - X”</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 20.03.2018 № 1970/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.18
--	----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Техническое задание для разработки компьютерного трёхмерного игрового проекта “Project - X”
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Обзор рынка игровой индустрии;</li> <li>2 Обзор популярных жанров игровых проектов;</li> <li>3 Реализация и тестирование игрового проекта;</li> <li>4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>5 Социальная ответственность.</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	1.02.18
---	---------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения информационных технологий	Друки Алексей Алексеевич			1.02.18

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В4А	Шеметов Леонид Викторович		1.02.18

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Информационных технологий и робототехники

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Уровень образования бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
1.03.18	Аналитический обзор	25
15.03.18	Выбор жанра игрового проекта	15
16.05.18	Реализация и тестирование игрового проекта	40
22.05.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
25.05.18	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения информационных технологий	Друки А. А.			

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
09.03.01 Информатика и ВТ	Погребной А. В.	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8В4А	Шеменов Леонид Викторович

<b>Школа</b>	<b>Отделение</b>	
<b>Уровень образования</b>	<b>Направление/специальность</b>	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Бакалавриат		

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – компьютерный трёхмерный игровой проект, представляющий собой определённые игровые механики, вместе образующие игровой процесс, реализованный с помощью игровой среды Unreal Engine 4 на персональном компьютере.</p> <p>Рабочая зона – аудитория, оборудованная системой отопления, кондиционирования воздуха, с естественным и искусственным освещением. Рабочее место – стационарное, оборудованное компьютером.</p> <p>Область применения – досугово-развлекательная деятельность.</p>
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации включает: электромагнитное излучение, повышенный уровень шума, слабая освещённость, плохой микроклимат, умственное перенапряжение, перегрузки из-за монотонности труда. Требования к помещению описаны в СанПиН 2.2.4.3359-16.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения включает: удар электрическим током и статическим электричеством, короткое замыкание</p>
--	---

<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Утилизация используемой оргтехники, компонентов компьютера и других компонентов аппаратно-программного комплекса, а также канцелярских принадлежностей и бумаги.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Чрезвычайная ситуация техногенного характера для данного помещения – пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, наличие исправного огнетушителя.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся в учебных аудиториях.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В4А	Шеметов Леонид Викторович		01.03.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,  
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8В4А	Шеметов Леонид Викторович

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОИТ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Энергетические (стоимость в рублях на 1 кВт/ч для юрид. лиц), информационные (час работы в интернете) и человеческие (согласно окладам научного руководителя и инженера-программиста)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы из реальных осуществляемых затрат: потребление технических ресурсов, норма потребления электроэнергии
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Для юридических лиц в области образования социальные отчисления – 27,1%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка ресурсной, социальной эффективности НИ и потенциальных рисков. На основании информации, представленной в научных статьях и публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах, определить методику расчета экономической эффективности.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	18.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент отделения социально-гуманитарных наук	Старикова Екатерина Васильевна	Кандидат философских наук		18.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8В4А	Шеметов Леонид Викторович		18.03.2018



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 88с., 17 таб., 45 рис., 19 источников.

Ключевые слова: игровой проект, компьютерная игра, программирование, информационные системы, технологии.

Объект исследования: среда разработки Unreal Engine 4 и её использование для создания компьютерных игр.

Цель работы – разработка компьютерного трёхмерного игрового проекта “Project - X”.

Область применения: досугово-развлекательная деятельность, игровая индустрия.

В процессе исследования изучены методы создания компьютерных игровых проектов в среде разработки Unreal Engine 4, проанализирован рынок игровой индустрии, изучены перспективные жанры игровых проектов.

В результате исследования была разработана техническая демонстрационная версия компьютерного игрового проекта “Project - X”, написана игровая логика на языке Blueprints, добавлены трёхмерные игровые модели для наполнения игрового мира. Работоспособность была проверена путём компиляции проекта, создания и запуска исполняемого файла.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

**Unreal Engine 4** – среда разработки (игровой движок)

**Среда разработки** - комплекс программных средств, используемый программистами для разработки программного обеспечения

**Игровой движок** – жаргонизм, базовое программное обеспечение компьютерной или видео игры

**Blueprints (Блупринты)** – язык программирования в среде разработки UE4

## Оглавление

РЕФЕРАТ .....	9
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	10
ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР .....	15
2 ВЫБОР ЖАНРА ИГРОВОГО ПРОЕКТА .....	19
3 РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРОВОГО ПРОЕКТА .....	28
3.1. Реализация игровой логики проекта .....	28
3.2. Реализация игровых механик проекта .....	29
3.2.1. Главное меню игры.....	29
3.2.2. Управление игровым персонажем .....	30
3.2.3. Жизненные показатели персонажа (здоровье, голод, жажда, выносливость).....	34
3.2.4. Система инвентаря.....	35
3.2.5. Система экипировки .....	39
3.2.6. Система вооружения.....	40
3.2.7. Система NPC .....	43
3.2.8. Система создания новых предметов .....	48
3.2.9. Система смены дня и ночи.....	50
3.3. Реализация игровых моделей.....	52
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	54
4.1. Введение.....	54

4.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	54
4.2.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	54
4.2.2. Анализ конкурентных технических решений.....	55
4.2.3. SWOT-анализ .....	58
4.3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	59
4.4. Планирование научно-исследовательских работ .....	61
4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	61
4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	62
4.4.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	62
4.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	66
4.6. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	68
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	72
5.1. Производственная безопасность .....	72
5.1.1. Повышенная напряженность электромагнитного поля.....	72
5.1.2. Отклонение показателей микроклимата.....	73
5.1.3. Недостаточная освещенность .....	75
5.1.4. Повышенный уровень шума .....	76
5.1.5. Монотонный режим работы .....	77
5.1.6. Влияние электрического тока.....	78
5.1.7. Статическое электричество.....	79
5.1.8. Короткое замыкание .....	80

5.2. Экологическая безопасность.....	80
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
5.3.1. Меры по ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий...	82
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	83
5.4.1. Психофизиологические факторы .....	83
5.4.2. Организация рабочего места .....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	86

## **ВВЕДЕНИЕ**

На рынке программного обеспечения сегмент игровой индустрии на сегодняшний день является самым крупным и прибыльным. Уже в 2016 году прибыль в данной нише составила 101,1 млрд. долларов США, а в 2017 году эта цифра должна увеличиться на 5 – 8% согласно различным сайтам сбора статистики. Приводить число пользователей в данном сегменте на сегодняшний день уже не имеет смысла, поскольку эти цифры граничат с десятками и сотнями миллионов пользователей по всему миру.

Таким образом совершенно очевидно, что рынок игровой индустрии является перспективным направлением для разработок. Тем более, что крупные финансовые вложения и большая команда разработчиков больше не являются обязательным условием для создания успешного проекта.

## 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Согласно прогнозам J'son and Partners Consulting, объем мирового рынка игр к 2021 году составит почти \$130 млрд, демонстрируя средние ежегодные темпы роста в период 2016 - 2021 гг. на уровне 5,4% (рисунок 1).

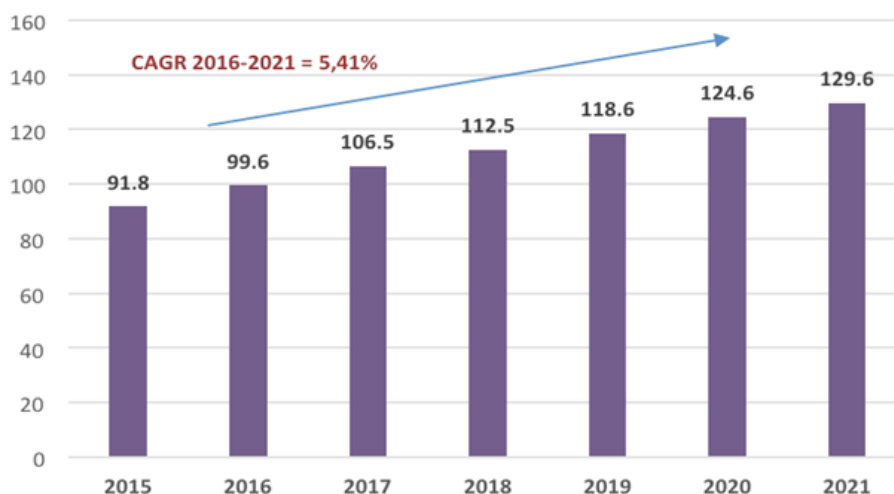


Рисунок 1 – Динамика мирового рынка игр в 2015 – 2021 гг., млрд. долларов

За последние три года изменилась структура мирового рынка игр по сегментам. Если в 2013 году большая доля рынка приходилась на игровой ПК-рынок (почти 40%), и 37% занимал сегмент консолей, то в 2016 году самым крупным сегментом становится сегмент мобильных игр, генерируя выручку \$36,9 млрд., что соответствует 37% всего объема мирового рынка игр. То есть в 2016 году доходы в мобильном сегменте впервые превысили доходы от сегмента игр на персональных компьютерах. В рассматриваемый период сегмент мобильных игр демонстрировал колоссальные темпы роста: за 2013-2016 гг. для смартфонов показатель роста CAGR (совокупный среднегодовой темп роста) составил 28,4%, а для планшетов — 26,9%. Свою роль здесь сыграли такие блокбастеры как Pokemon Go и Clash Royale.

Из данных показателей следует, что мобильные игры в ближайшее время продолжают увеличивать разницу в доходе по сравнению с другими сегментами. Однако это не значит, что мобильный сектор вытесняет персональные

компьютеры и консоли, т.к. подавляющее большинство пользователей используют и то, и другое.

Также, ни для кого не секрет, что рынок мобильных игр переполнен. Например, по предварительным оценкам, среднее количество игровых приложений, размещаемых на Apple App Store в 2016-м году составило 740 в день. Совершенствование средств разработки упрощает и сокращает затраты времени на разработку новых приложений, в результате разработчики “штампуют” тысячи новых игр, увеличивая конкуренцию до невероятных масштабов и провоцируя самую большую проблему на сегодня - как сделать так, чтобы игру заметили.

Таким образом, наравне с большой прибыльностью рынка мобильных приложений существует большая конкуренция, ставящая под сомнение возможность успеха неизвестного разработчика в данном сегменте.

По поводу российского рынка игровой индустрии следует заметить, что в 2016 году объем игр составил 97,5 млрд. руб., показав среднегодовой рост в период 2013-2016 гг. в значительные 27,68% (рисунок 2). Наибольший рост показали рынки мобильных и ПК-игр, которые росли на 37,2% и на 33,3% в год, массовые многопользовательские и социальные игры показали ежегодный рост на 24,5% и 29,9% соответственно.

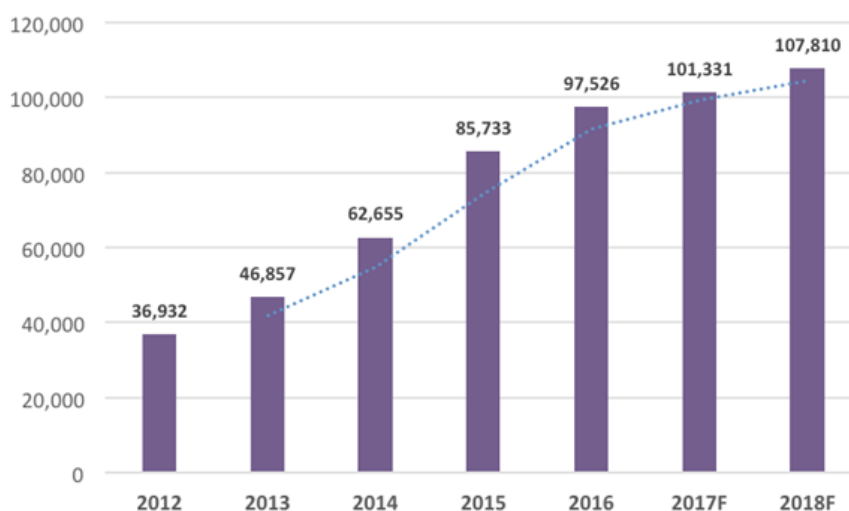


Рисунок 2 – Динамика российского рынка игр в 2012 – 2018 гг., млрд. руб.



По итогам 2016 года лидирующим регионом на мировом рынке игр является Азиатско-Тихоокеанский регион – с долей рынка 47%, а лидирующими странами — США и Китай, совокупная доля которых равна 48%.

Следует заметить, что российский рынок игровой индустрии заметно уступает по прибыли странам Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона, поэтому при разработке проекта следует ориентироваться именно на иностранный сегмент рынка.

Рынок игр является самым многообещающим для развития технологий виртуальной реальности. К концу 2016 года мировой игровой рынок VR, AR и Mixed Reality составил \$1,2 млрд., к концу 2020 г. этот показатель вырастет до \$8,8 млрд. при доминирующей роли VR-сегмента. К 2020 году в мире появится 70 млн. геймеров, использующих технологии виртуальной реальности, к 2025 г. их число составит уже 216 млн. Барьерами распространения VR станут: высокая стоимость создания игровых серий, отсутствие у разработчиков необходимых инструментов и клиентской базы (пока низкий уровень знаний о технологиях VR, низкий уровень осознания реальной потребности).

Таким образом рынок виртуальной реальности является свободным для разработок и проект наверняка будет замечен пользователями данного сегмента, однако высокий порог вхождения в виде высокой стоимости создания игровых проектов, а также наличие необходимых специфических инструментов для разработки (к примеру, рисунок 3) являются серьёзными препятствиями для инди-разработчика.



Рисунок 3 – Шлем виртуальной реальности, необходимый для разработки VR-проектов

К выбору платформы для разработки остаётся два больших сектора: игровые консоли и персональные компьютеры. Для определения конечной платформы для разработки следует опираться на возможности самого разработчика, а также личные предпочтения, т.к. по показателям эти сегменты предельно равны.

Поэтому, учитывая наличие необходимых минимальных затрат на приобретение игровой консоли, выбор склоняется в пользу более бюджетного и ничем не уступающего варианта – персональный компьютер.

### 3 РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРОВОГО ПРОЕКТА

#### 3.1. Реализация игровой логики проекта

Игровая логика проекта реализована с помощью встроенного в игровую среду языка Blueprints. Blueprints (блупринты) – это визуальный скриптовый язык, является мощным инструментом, предоставляющим те же возможности, что и традиционные языки программирования. Blueprints является объектно-ориентированным языком и, соответственно, использует те же принципы, характерные для ООП.

Ввиду специфики языка, привести всю логику, написанную для данного проекта, не представляется возможным, поэтому следует привести пример функции, написанной на описанном языке:

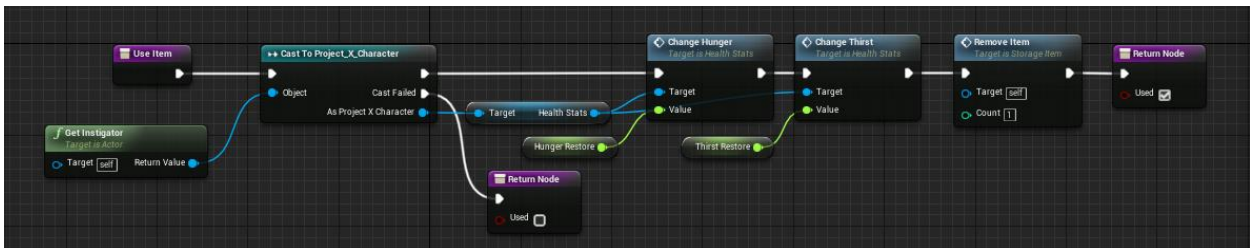


Рисунок 8 – Функция Use Item в классе Food

Функция, представленная выше, вызывается при использовании любого предмета, наследованного от класса Food (в данном проекте от класса Food наследуется различного рода еда). Если последовательно наблюдать за исполняемой логикой в данной функции, сначала происходит получение ссылки на персонажа, который вызвал данную функцию. Далее вызывается Cast (попытка получить доступ к объекту). Если cast проходит успешно – последовательно вызывается несколько функций, в этом случае это Change Hunger, Change Thirst и Remove Item. Все эти функции также проигрывают заданную логику, получая на вход необходимые данные (Change Hunger и Change Thirst изменяют значения шкалы голода и жажды персонажа соответственно, а Remove Item удаляет из инвентаря персонажа

использованный предмет (единицу какого-либо вида еды). На выходе функция возвращает булево значение переменной Used – в случае успеха true, соответственно провала - false.

Остальная логика игрового проекта построена подобным образом, по основным принципам ООП (абстракция, инкапсуляция, наследование, полиморфизм).

## **3.2. Реализация игровых механик проекта**

### **3.2.1. Главное меню игры**

После запуска исполняемого файла открывается главное меню игры, в котором доступны несколько кнопок (рисунок 9), а именно:

Start game – запуск рабочей версии игры;

Loading game – загрузка сохранённой игры;

Settings – настройки графики игры (рисунок 10);

Quit – выход из игры.



Рисунок 9 – Главное меню игры

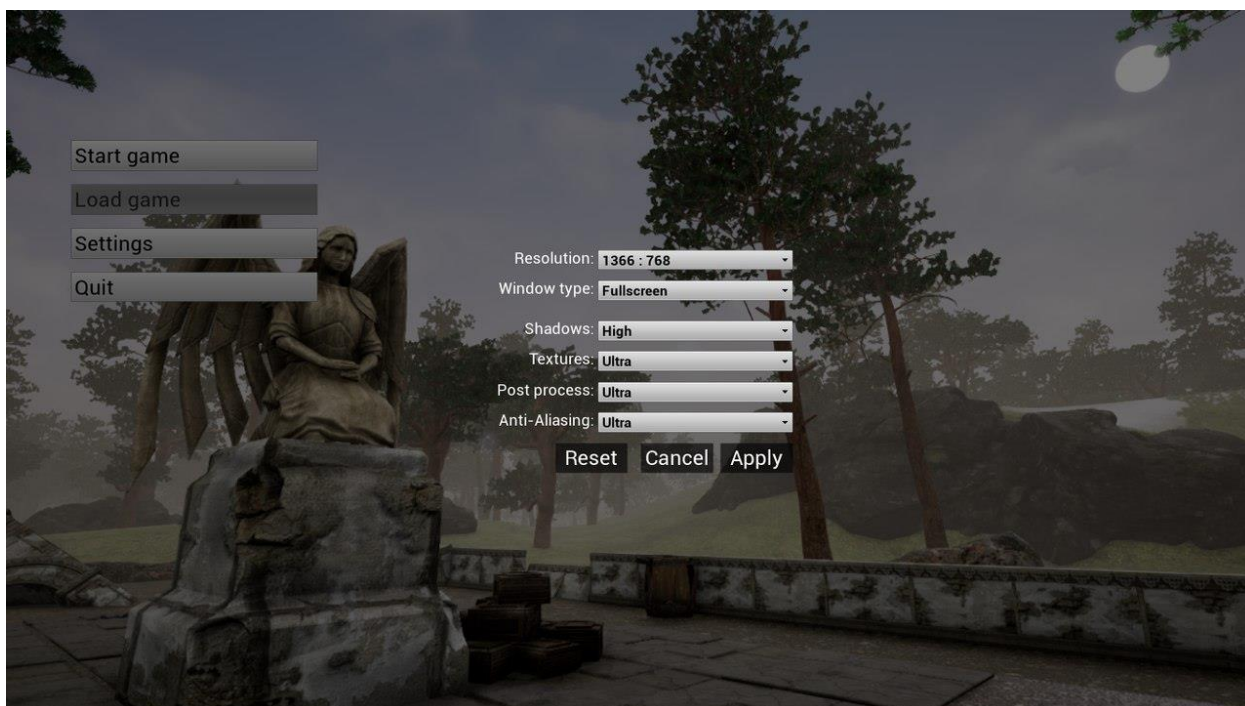


Рисунок 10 – Настройки графики

Для запуска технической демоверсии игры необходимо нажать на кнопку “Start game”.

### 3.2.2. Управление игровым персонажем

В каждом игровом проекте в том или ином виде представлено управление персонажем под контролем игрока, т.к. это является неотъемлемой частью игрового процесса. В жанре RPG, выбранном для данного проекта, необходимо назначение дополнительных клавиш манипуляции игровым процессом, т.к. помимо управления движением персонажа, в зависимости от конкретной видеоигры существуют дополнительные клавиши управления, такие как: открытие инвентаря, меню создания предметов, игровая карта и т.д.

Ввиду учёта выбранного жанра и задумки данного игрового проекта, было реализовано следующее управление игровым персонажем:

1) “W”, “A”, “S”, “D” – управление движением персонажа вперёд, влево, назад и вправо соответственно (рисунок 11). При одновременном зажатии двух клавиш, вектора направления движения складываются, и персонаж движется по вектору, полученному из суммы этих векторов.





Рисунок 11 – управление движением персонажа

2) “Space” – при нажатии на клавишу персонаж совершает прыжок (рисунок 12).



Рисунок 12 – результат нажатия на клавишу “Space”

3) “Middle Mouse Button” – смена камеры с вида от 1-го лица на 3-е и обратно (рисунок 13).



Рисунок 13 – смена камеры на вид от 1-го лица

4) “Shift” – переход в режим бега. Работает пока зажата данная клавиша (рисунок 14).



Рисунок 14 – режим бега при нажатии на клавишу “Shift”

5) “E” – взаимодействие с игровой средой: открытие сундуков, взаимодействие с верстаком, подборание предметов в игровом мире (рисунки 15 и 16).





Рисунок 15 – предмет находится на сцене до нажатия на клавишу “Е”



Рисунок 16 – предмет добавился в инвентарь после нажатия на клавишу “Е”

Остальные клавиши управления будут представлены по мере описания соответствующих игровых возможностей, т.к. они напрямую привязаны к определённым игровым механикам.



### 3.2.3. Жизненные показатели персонажа (здоровье, голод, жажда, выносливость)

Жизненные показатели персонажа в игре отражают определённые статистические характеристики и служат, в первую очередь, информацией для игрока, т.к. их состояние может напрямую влиять на игровой процесс. Данная информация должна быть представлена наглядно, чтобы на анализ состояния характеристик уходило минимум времени. В данном проекте жизненные характеристики представлены четырьмя показателями – здоровье (красная полоса), выносливость (жёлтая полоса), голод (зелёная полоса), жажда (синяя полоса). Состояние данных характеристик сказывается на состоянии игрового персонажа. При снижении здоровья до нуля будет проиграна логика смерти и игрок более не сможет управлять персонажем, снижение голода и жажды до нулевых показателей приведёт к периодическому уменьшению здоровья, а снижение выносливости до нуля ввиду долгого держания нажатой клавиши “Shift” – к блокировке функции бега на определённое время. Жизненные показатели приведены в левом нижнем углу экрана игрока (рисунок 17).



Рисунок 17 – жизненные показатели персонажа

### 3.2.4. Система инвентаря

Инвентарь в жанре RPG представляет из себя информационную панель, содержащую в себе данные о предметах, хранящихся у персонажа. Может быть реализован множеством различных способов. В данном игровом проекте инвентарь представляет из себя окно, состоящее из ячеек. На рисунке он представлен в центре экрана, правое окно (рисунок 18).

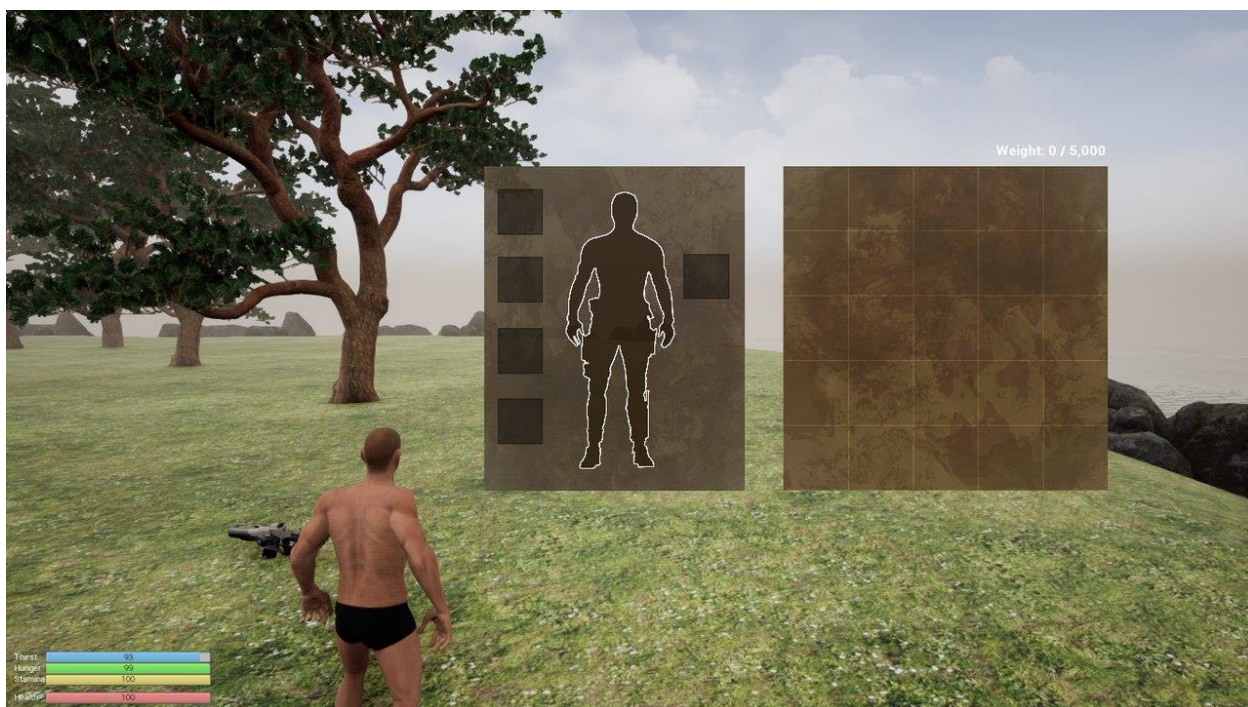


Рисунок 18 – инвентарь игрового персонажа

Инвентарь имеет размер 5x5 ячеек, хотя итоговый размер инвентаря может измениться. При подборе предмета игрового мира, он автоматически добавляется в инвентарь и занимает первое свободное место. Если места не найдётся (инвентарь переполнен), предмет не добавится в инвентарь.

Каждый предмет, имеющийся у персонажа игрока, помещается в одну или несколько ячеек, в зависимости от размера (рисунок 19).



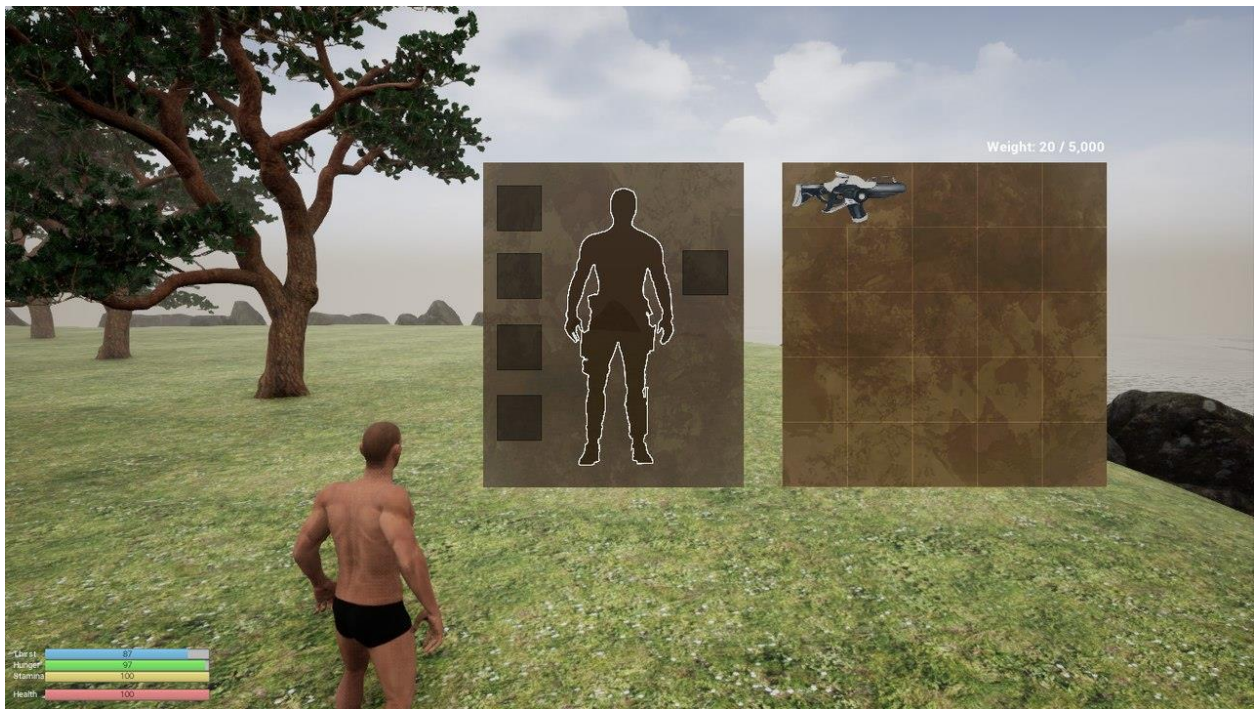


Рисунок 19 – игрок подобрал автомат и тот добавился в инвентарь

При наведении курсором мыши на предмет выводится краткая информация о нём: описание и статистические данные, причём для каждого предмета информация будет разная (рисунок 20).

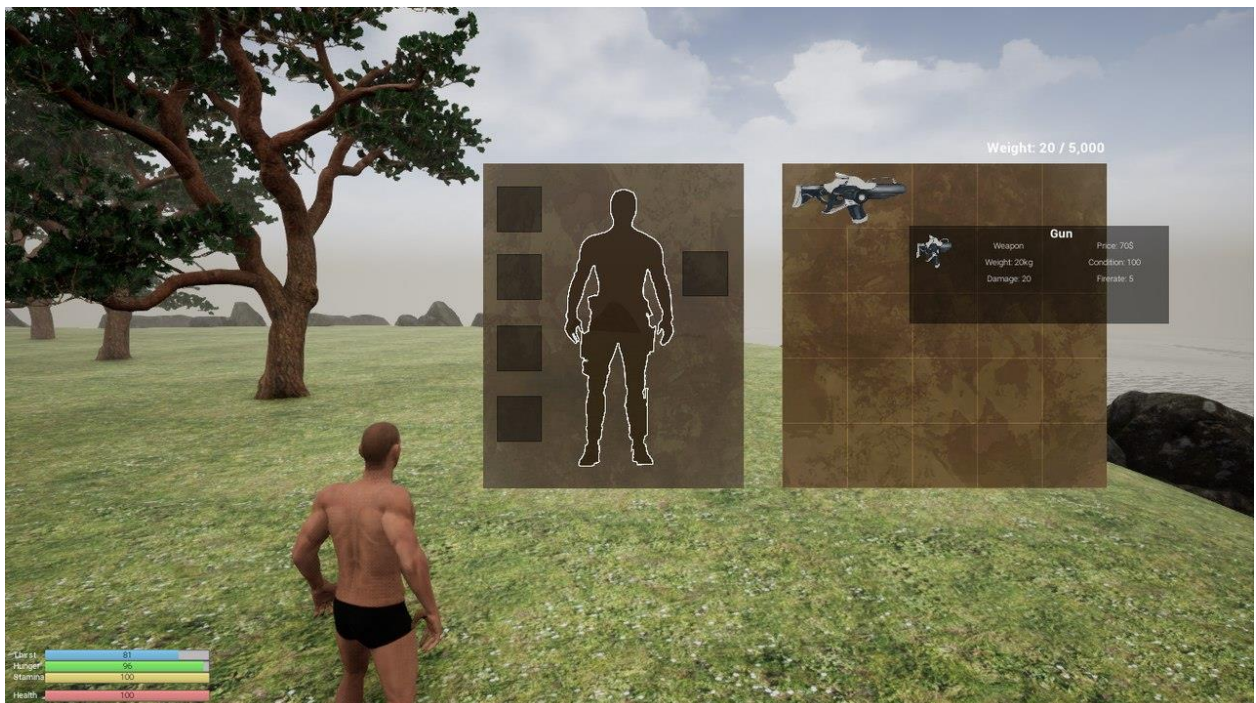


Рисунок 20 – вывод краткой информации о предмете при наведении на него курсором мыши



Для взаимодействия с инвентарём и предметами, находящимися в нём, игрок может использовать следующие клавиши:

1) “I” – открыть/закрыть инвентарь (рисунок 18).

2) “Left Mouse Button” – использовать предмет, находящийся в инвентаре. К примеру, на рисунке 21 представлена ситуация, когда игрок использует мясо, находящееся в инвентаре. Данный предмет прибавляет к показателям голода + 5 ед., а показателям жажды + 2 ед., таким образом игрок продлевает время, необходимое показателям голода и жажды до обнуления.

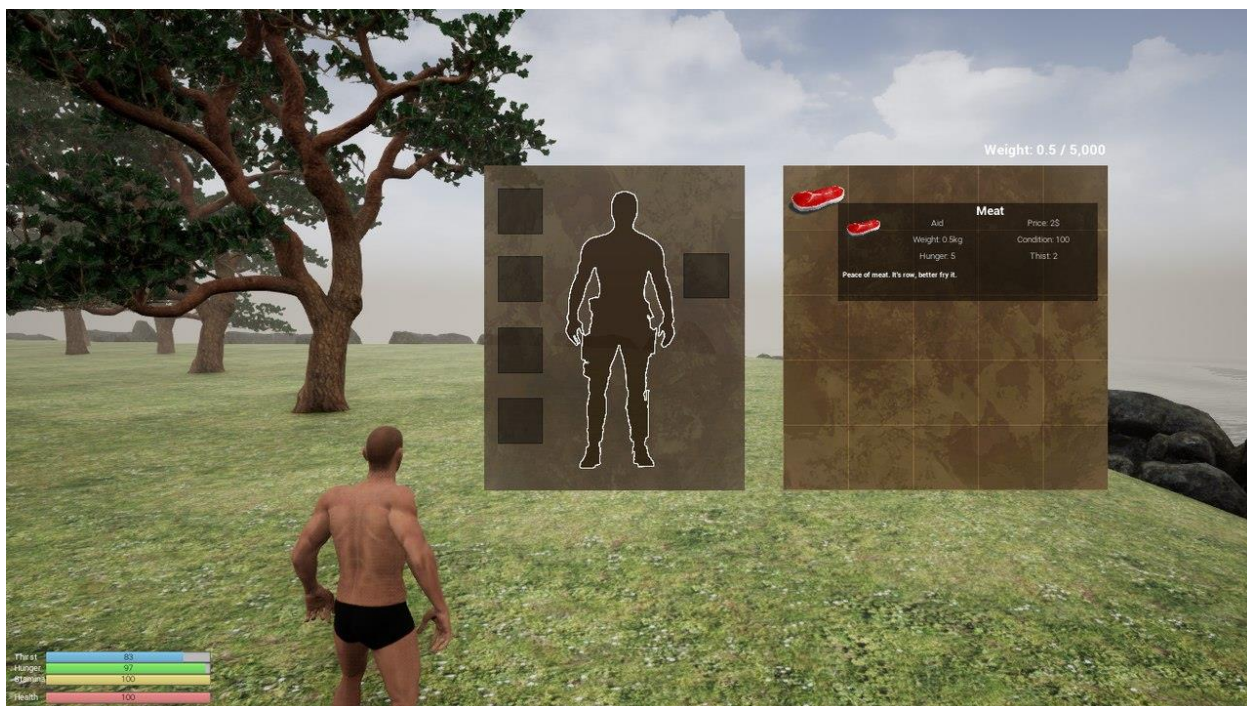


Рисунок 21 – использование мяса, находящегося в инвентаре

3) “Right Mouse Button” – переместить предмет из одного слота (слотов) в другой (другие). Перекладывание предмета осуществляется путём перетаскивания предмета, поэтому во время переноса клавишу необходимо удерживать (рисунок 22).



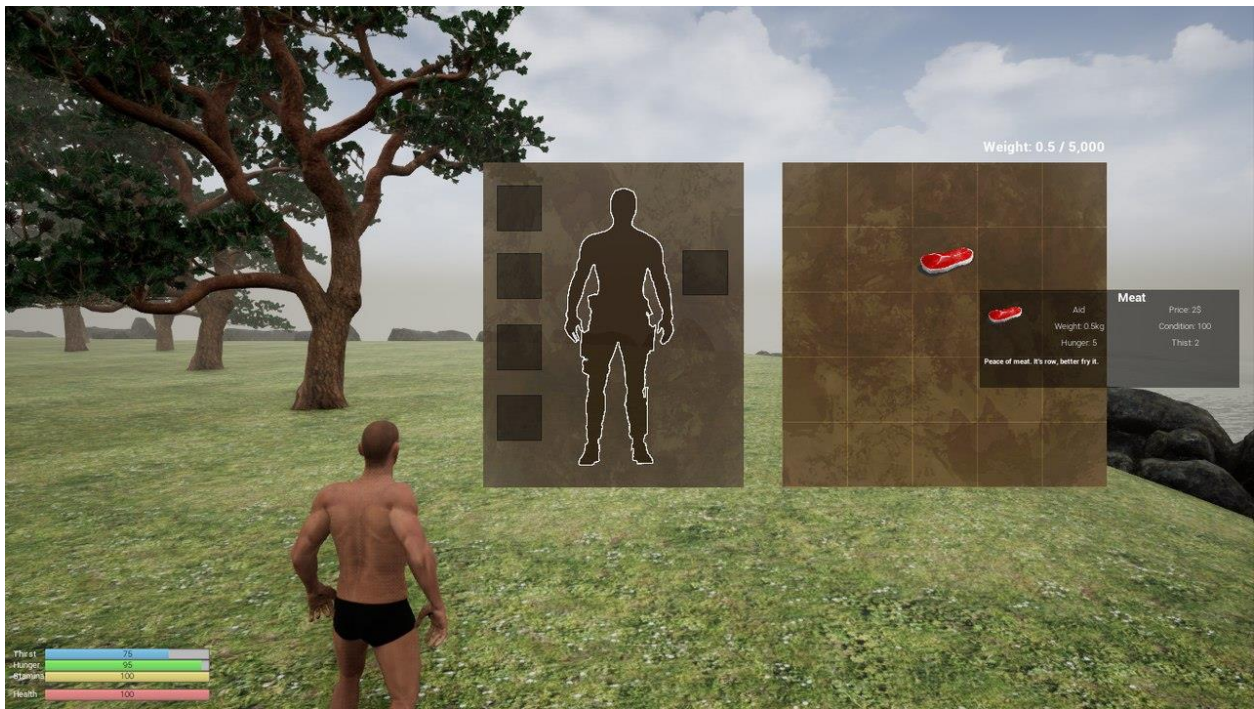


Рисунок 22 – перекладывание предмета по инвентарю

Также в игре реализовано взаимодействие с другими инвентарями. К примеру, на рисунке 23 представлена ситуация, когда игрок взаимодействует с сундуком, хранящим в себе такой же инвентарь. При нажатии соответствующей клавиши “E” открывается меню, в котором видно оба инвентаря.



Рисунок 23 – взаимодействие с другим инвентарём



Игроку доступны те же функции взаимодействия. К примеру, игрок может переложить предмет из своего инвентаря в сундук для хранения (рисунок 24).

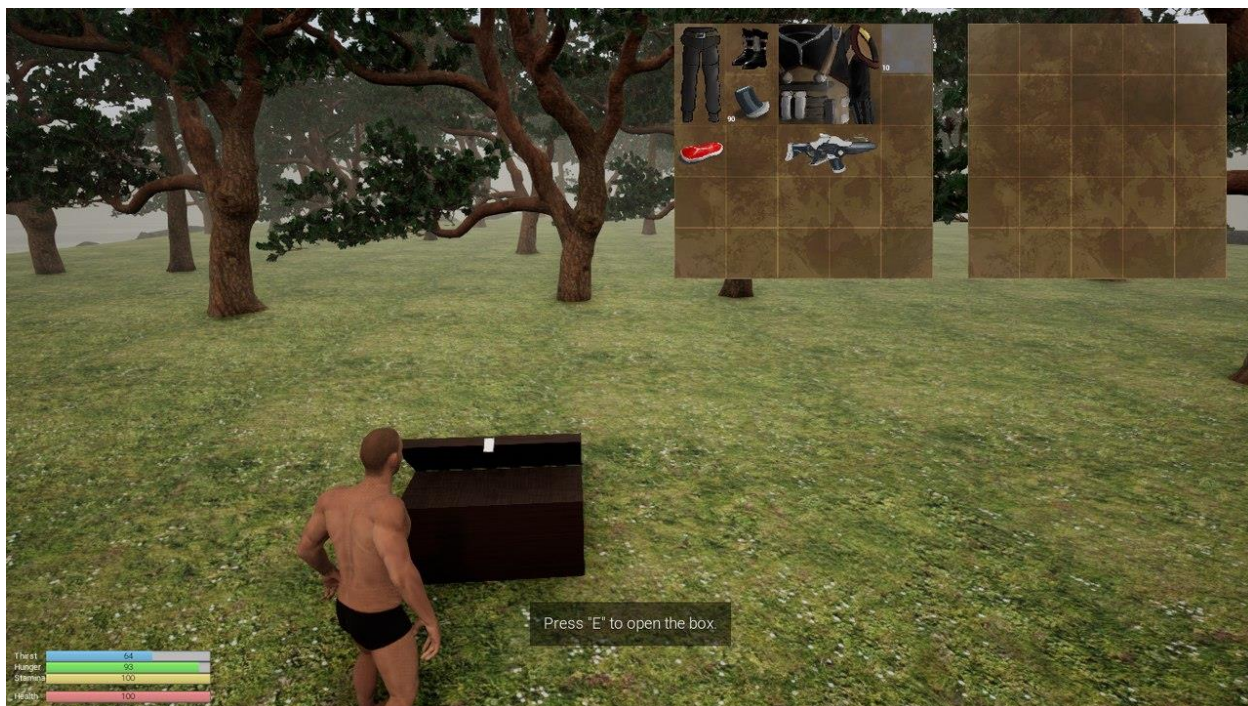


Рисунок 24 – перекладывание предмета из инвентаря игрового персонажа в сундук

### 3.2.5. Система экипировки

В каждой компьютерной игре жанра RPG в том или ином виде присутствует система экипировки. Данная механика заключается в том, что игрок по ходу игры может одевать своего персонажа в различные виды одежды и брони для различных целей как, к примеру, эстетических (один вид одежды нравится игроку больше, чем другой) или практических (один вид брони имеет лучшие характеристики защиты, чем другой).

В данном проекте окно экипировки открывается совместно с инвентарём на клавишу “I” (рисунок 18).

Для экипирования выбранной одежды на персонажа необходимо по аналогии с перетаскиванием предмета по инвентарю зажать “Right Mouse Button” и перетащить выбранную экипировку в соответствующее окно (рисунок 25).



Рисунок 25 – Экипирование одежды

Результат одевания виден на рисунке 26.



Рисунок 26 – Результат одевания экипировки

### 3.2.6. Система вооружения

Система вооружения представляет из себя алгоритмы, позволяющие игровому персонажу экипировать выбранное игроком оружие ближнего или дальнего боя и воздействовать (атаковать) им на вражеских NPC с различными



целями, такими как: получить опыт для поднятия уровня, поднять лучшую экипировку с убитых NPC, выполнить какое-либо задание и т.д. В данном проекте система вооружения организована стандартным образом: игрок выбирает из инвентаря оружие, которое хочет экипировать и нажатием определённой клавиши на иконке оружия надевает его на своего персонажа. После этого он может производить действия, характерные для экипированного оружия (стрельба, к примеру). Экипировка производится перетаскиванием оружия в соответствующий слот, как было описано ранее (рисунок 27).



Рисунок 27 – экипировка оружия

Экипированное оружие можно использовать. В случае с оружием дальнего боя, с помощью “Left Mouse Button” можно производить стрельбу (рисунок 28). Справа в нижнем углу экрана можно видеть, что происходит подсчёт патронов, оставшихся в обойме оружия и всего патронов, находящихся в инвентаре, а также состояние, которое уменьшается по мере использования оружия.





Рисунок 28 – пуля, вылетевшая из винтовки во время стрельбы

Перезарядка оружия производится либо автоматически после опустошения обоймы оружия, либо с помощью клавиши “R” на клавиатуре (рисунок 29).



Рисунок 29 – Перезарядка оружия

### 3.2.7. Система NPC

В компьютерных (и не только) играх любого размера присутствуют так называемые NPC (от англ. Non-Player Character), т.е. персонажи, не контролируемые игроком. Они могут быть как агрессивные (наносящие урон игроку и способные своими действиями вызвать у персонажа игрока логику смерти) или дружелюбными (как, например, торговцы, речь о которых пойдёт позже).

В данном проекте реализована логика агрессивного NPC (рисунок 30).



Рисунок 30 – Агрессивный NPC

Данные персонажи действуют полностью согласно прописанной для них логике. Они могут патрулировать территорию (переходят с места на места в случайные точки заданного радиуса) и атаковать персонажа игрока, если тот оказался в зоне их видимости (рисунок 31).



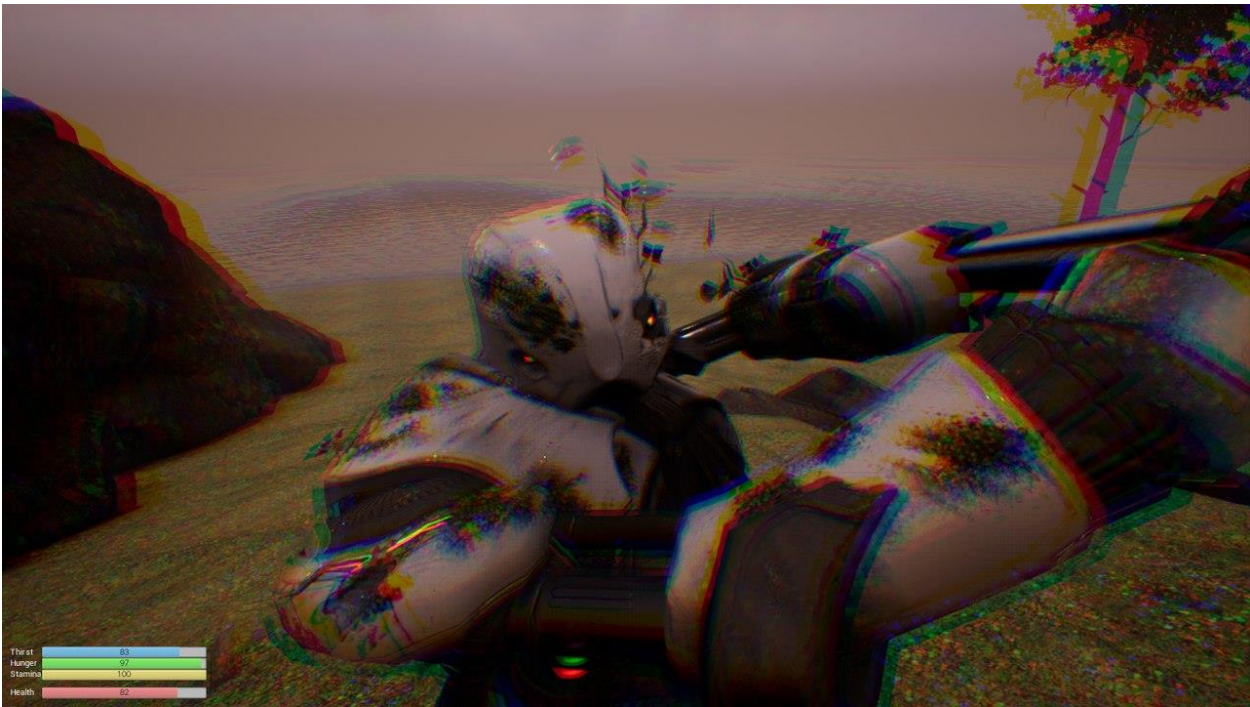


Рисунок 31 – Эффект от удара вражеского NPC

Помимо агрессивных NPC реализованы дружелюбные (рисунок 32).



Рисунок 32 – Дружелюбный NPC

В проекте реализована диалоговая система, доступная при взаимодействии в дружелюбным NPC с помощью клавиши “E” (рисунок 33).





Рисунок 33 – Диалоговое окно

Для выбора необходимого варианта ответа (из доступных в списке), необходимо нажать “Left Mouse Button” по нужному варианту. На рисунке 34 приведён пример результата выбора варианта “How are you?”.



Рисунок 34 – Ответ NPC на вопрос игрока

В проекте реализована система торговли, доступная при взаимодействии с дружественным NPC с помощью клавиши “E” и выборе нужного варианта ответа (рисунок 35).



Рисунок 35 – Окно торговли

Она представляет собой два окна (инвентарь торговца слева и игрока справа). Для того, чтобы купить или продать что-то игрок должен перенести предмет из одного инвентаря в другой, при этом в центральном окне будет показана цена, которую необходимо заплатить торговцу или игроку (рисунок 36).





Рисунок 36 – Попытка продать часть гардероба

При нажатии на кнопку “Ассерт”, в случае наличия необходимого количества денег у требуемого персонажа, сделка состоится. В противном случае при нажатии на кнопку ничего не произойдёт (рисунок 37).



Рисунок 37 – Сделка выполнена успешно

### 3.2.8. Система создания новых предметов

В играх жанра RPG система создания новых предметов (система крафта) является распространённой механикой. По ходу сюжета игрок, управляя персонажем, может находить различные предметы, разбросанные по миру. Из этих предметов, в зависимости от прописанной логики, игрок может создавать новые предметы (например, новое оружие или броню).

В данном проекте система создания новых предметов реализована путём взаимодействия с помощью клавиши “Е” со специализированным местом, на котором можно создавать новые предметы (рисунок 38).



Рисунок 38 – Окно создания новых предметов

Для создания предметов необходимо, в соответствии с рецептом, перенести нужное количество материала из инвентаря персонажа в инвентарь верстака (рисунок 39).





Рисунок 39 – Попытка создать новый предмет

Далее необходимо нажать кнопку “Craft”. В том случае, если система знает рецепт предмета, создаваемого из имеющихся в верстаке материалов, выведется сообщение об успешном создании, а также сам созданный предмет в соответствующем окне (рисунок 40).



Рисунок 40 – Новый предмет был создан



### 3.2.9. Система смены дня и ночи

В играх самых различных жанров данная система является опциональной и во многих случаях просто не нужна. Однако, т.к. данный проект планируется как игра в отчасти открытом мире, данная механика является важной составляющей для придания реалистичности происходящему в игре.

В данном проекте реализована система смены дня и ночи. Она работает сама по себе отстранённо от игрока (игрок не может влиять на данную систему никакими способами). Для демонстрации работы на рисунках 41 и 42 приведены утреннее и ночное время суток соответственно.



Рисунок 41 – Утреннее время суток



Рисунок 42 – Ночное время суток

### 3.3. Реализация игровых моделей

В качестве модели главного игрового персонажа была использована модель, построенная в программе Adobe Fuse CC (рисунок 43). Одежда для главного персонажа также была взята из данной программы.

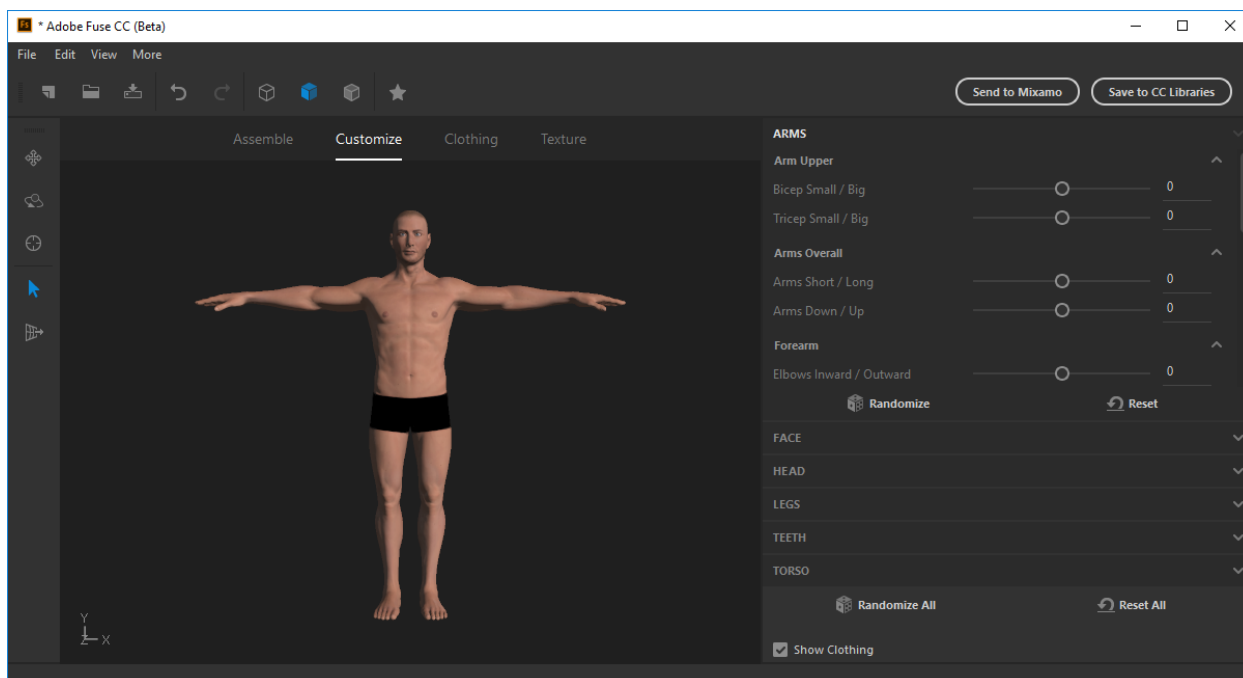


Рисунок 43 – Создание модели персонажа в программе Adobe Fuse CC

Ландшафт игрового уровня в проекте построен с помощью внутренних инструментов игровой среды Unreal Engine 4, а именно инструмента Landscape (рисунок 44).



Рисунок 44 – Использование инструмента Landscape в UE4

Некоторые из моделей игрового мира были выполнены на заказ отдельным специалистом в области 3D-моделирования (враждебный NPC, ландшафтные камни, деревья, текстуры и материалы) (рисунок 45).

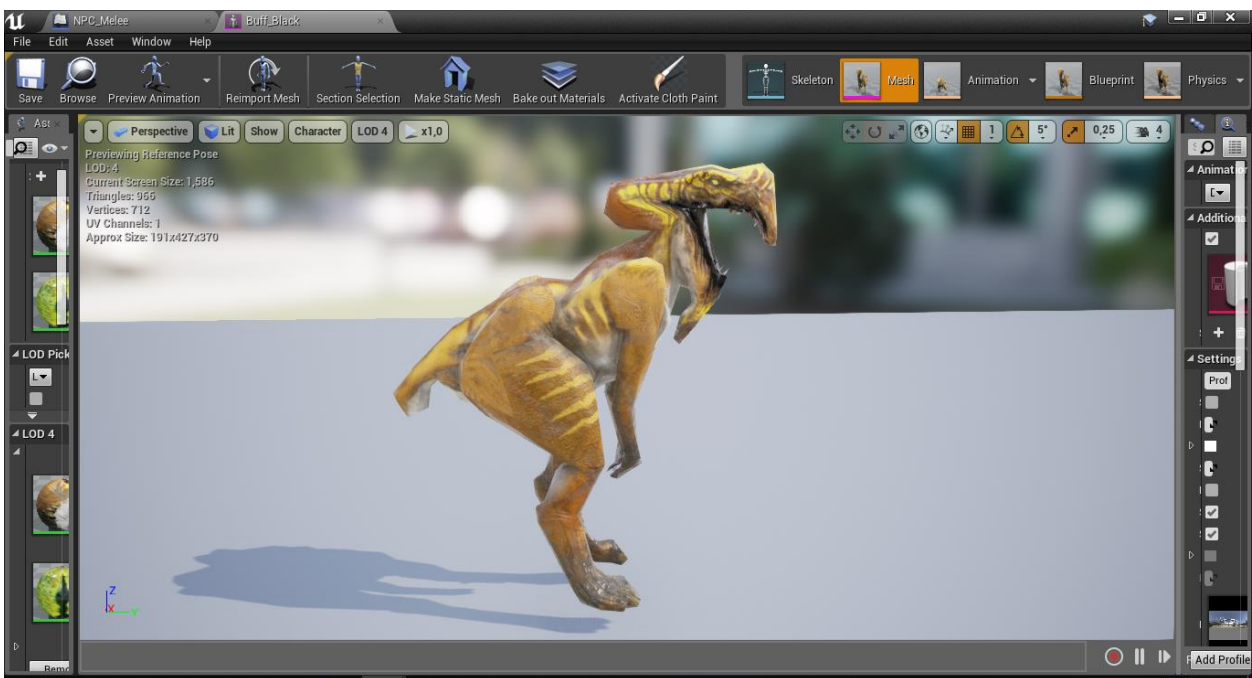


Рисунок 45 – Модель, сделанная на заказ специалистом

Все оставшиеся модели были созданы разработчиком проекта с использованием возможностей самой игровой среды Unreal Engine 4.

## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **4.1. Введение**

Технико-экономическое обоснование научно-исследовательских работ проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности. Целью данной работы является создание компьютерного трёхмерного игрового проекта “Project – X”, представляющий собой единый игровой процесс, состоящий из ряда игровых механик. В итоге получается продукт в виде компьютерной игры.

### **4.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

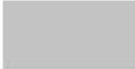
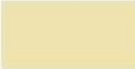


#### **4.2.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Необходимо провести анализ потенциальных потребителей разрабатываемого игрового продукта, т.е. издателя, под которым игра будет издаваться. Для этого необходимо сегментировать рынок и отыскать заинтересованные сегменты. Сегментирование будет производиться по двум наиболее важным в рамках разрабатываемого продукта критериям: размер компании и игровой жанр. На данный момент наиболее популярными жанрами игр являются RPG, action и стратегии (таблица 1).

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

		Игровой жанр		
		RPG	Action	Стратегия
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

 Bioware	 Activision	 Relic Entertainment
 Epic Games		

Далее необходимо выбрать сектор, куда нужно сосредоточить основные усилия. Как видно из таблицы, крупные компании берут издавать все виды игровых проектов, однако обычно эти проекты относятся к классу AAA. В таком случае выберем нишу средних компаний, сфокусированных на жанрах RPG. Данная пока что имеет небольшую конкуренцию, поэтому почти любой качественный продукт данного жанра может быть издан.

#### 4.2.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ аналоговых решений позволяет выявить недостатки своего продукта и повысить тем самым конкурентоспособность. Так же анализ учитывает достоинства своего продукта и недостатки продуктов конкурентных.

Основными конкурентами программного продукта являются такие компьютерные игровые проекты, как «The Banner Saga» (K1) и «ELEX» (K2).

Отличительным преимуществом разрабатываемого программного компонента сравнительно с конкурентными решениями вышеперечисленными, является наличие:

- проработанной ролевой системы;
- подробного и понятного игрового мира.

Для подробного анализа конкурентных решений, составляется оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений, представленная в таблице 2.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2 – Оценка качества и перспективности проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	3	1	0,6	0,6
2. Надёжность (вероятность безотказной работы в процессе игры)	0,2	3	4	2	0,6	0,8	0,4
3. Потребность в ресурсах	0,2	5	4	2	1	0,8	0,4
4. Функционал программного продукта	0,3	3	2	4	0,9	0,6	1,2
5. Интерфейс	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
	1				4,0	3,3	3,0
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,5	3	3	3	1,5	1,5	1,5
2. Цена программного продукта	0,3	4	4	2	1,2	1,2	0,4
3. Поддержка программного продукта	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
	1				3,7	3,3	2,7

По итогам оценочной карты можно сказать, что компьютерный игровой проект, рассматриваемый в данной работе, имеет ряд преимуществ перед своими конкурентами и, несмотря на то, что проигрывает по некоторым позициям, обладает способностью конкурировать с существующими проектами на рынке.



### 4.2.3. SWOT-анализ

SWOT - анализ определяет сильные и слабые стороны разработанного программного продукта, определяет угрозы и возможности, возникающие во внешней среде продукта. Матрица SWOT представлена в таблице 3.

Таблица 3 – SWOT – анализ

	<b>Сильные стороны проекта:</b>	<b>Слабые стороны проекта:</b>
	<p>C1 – Современные технологии разработки</p> <p>C2 – Широкая целевая аудитория</p> <p>C3 – Интерес пользователей к играм подобного жанра</p> <p>C4 – Цена проекта</p>	<p>Сл1 – Необходимость в финансировании.</p> <p>Сл2 – Трудоёмкость разработки.</p> <p>Сл3 – Сложность в своевременной поддержке ПО после выпуска продукта.</p> <p>Сл4 – Длительное время разработки.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>V1 – Расширение функционала</p> <p>V2 – Добавление нового игрового контента</p> <p>V3 – Финансирование проекта коммерческими организациями</p> <p>V4 – Оптимизация проекта</p>	<p>V1V2C3C4 – Благодаря нынешним технологиям разработки, добавление нового контента не составляет труда. К тому же, ввиду низкой стоимости оригинальной игры, возможно назначение отдельных стоимостей на новый, дополнительный игровой контент.</p> <p>V3C2C3 – Ввиду наличия большой целевой аудитории, а также интереса пользователей к играм данного жанра, возможность финансирования проекта другими организациями</p>	<p>V1V2V4Cл2 – Расширение и оптимизация функционала, а также добавление контента усложнено ввиду трудоёмкости разработки</p> <p>V4Cл3 – Оптимизация проекта к моменту выпуска новых версий может оказаться “неактуальной”</p>

	значительно повышается.	
<b>Угрозы:</b> У1 – Колебание валютного рынка. У2 – Развитая конкуренция на рынке. У3 – Широкое использование пользователями “пиратского” ПО У4 – Снижение популярности платформы в сравнении с прочими платформами	У1С4 – Колебание валютного рынка может сказаться на себестоимости конечного продукта У2С3 – Наличие низкой цены не скажется на уменьшении пользование “пиратскими” копиями, однако скажется на прибыли после релиза проекта	У2Сл1Сл2 – Трудоёмкость разработки и необходимость финансирования может повлиять на качество конечного продукта, что, в свою очередь, негативно скажется на конкурентоспособности в условиях развитой конкуренции рынка. У4Сл4 – Ввиду длительного времени разработки, к релизу проекта он может оказаться неактуальным для текущей платформы

Из таблицы можно сделать вывод, что поддержка продукта после выпуска и добавление нового контента является крайне необходимым, т.к. это поддерживает конкурентоспособность проекта продолжительное время. Также, ввиду выбора данного жанра игрового проекта, существует большая вероятность заинтересованности издателей в данном продукте после демонстрации качественной технической демоверсии.

#### **4.3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований**

С помощью морфологического подхода можно определить возможные альтернативы в проведении научных исследований. Данный подход и его результат использования представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Среда разработки	Unreal Engine 4	Unity 3D	CryEngine 3
Б. Язык программирования	Blueprints	C++	C#
В. Графический редактор	Maya	Blender	3ds Max
Г. Программа для анимации	MotionBuilder	Cinema 4D Studio	-

В качестве среды разработки решено было выбрать Unreal Engine 4, т.к. данный инструмент является наиболее производительным из предложенных, а также в большей степени подходит для создания игры задуманного жанра.

В качестве языка программирования был выбран Blueprints, т.к. данный язык является основным для выбранной среды разработки и предоставляет больше возможностей в сравнении с прочими.

В качестве графического редактора был выбран Blender, т.к. он имеет широкую целевую аудиторию, что хорошо сказывается на решении возникающих проблем.

В качестве программы для анимации была выбрана программа Cinema 4D Studio, т.к. хорошо адаптирована к выбранному ранее графическому редактору.

Из полученной морфологической матрицы, можно получить как минимум 3 варианта реализации и направления научных исследований при работе над проектом:

- Исполнение 1. А1Б1В2Г2.
- Исполнение 2. А2Б3В1Г1.
- Исполнение 3. А3Б2В3Г2.

В дальнейших расчетах именно эти варианты работы над проектом будут рассматриваться в качестве различных исполнений реализации разработки.

## 4.4. Планирование научно-исследовательских работ

### 4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

В научно-исследовательской работе важной частью планирования является виды запланированных работ и определение рабочей группы, которые выполняются участниками этой группы.

Рабочая группа в рамках описываемой работы состоит из двух участников: научный руководитель (руководитель) и студент.

Перечень этапов работ и распределения исполнителей представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Поиск и изучение материалов по теме	Студент
	3	Анализ источников и представленной в них информации	Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент
Проектирование приложения	5	Проектирование архитектуры	Руководитель, студент
	6	Выбор технологий разработки	Студент
	7	Выбор подходов к решению поставленной задачи	Студент
	8	Выбор средства обеспечения хранения данных	Студент
Реализация приложения	9	Программирование проекта	Студент
Тестирование	10	Тестирование и исправление ошибок работы проекта	Студент
Анализ результатов работы и оформление пояснительной записки	11	Оценка соответствия программного проекта заявленным требованиям	Руководитель, студент
	12	Оформление пояснительной записки	Руководитель, студент

#### 4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоёмкости работ, необходимо оценить минимальное и максимальное затраченное на работу время. Произведём расчёт ожидаемой трудоёмкости это с помощью формулы (1).

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} + 2t_{\max\ i}}{5} \quad (1)$$

Учитывая, что исполнитель один, ускорить работу за счёт распараллеливания не представляется возможным.

#### 4.4.3. Разработка графика проведения научного исследования

Для сравнительно небольших по объёму научных работ, наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

*Диаграмма Ганта* – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Построим таблицу временных показателей научного исследования (таблица 6). Для расчёта длительности работ в календарных днях рассчитаем коэффициент календарности (2).

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48 \quad (2)$$

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

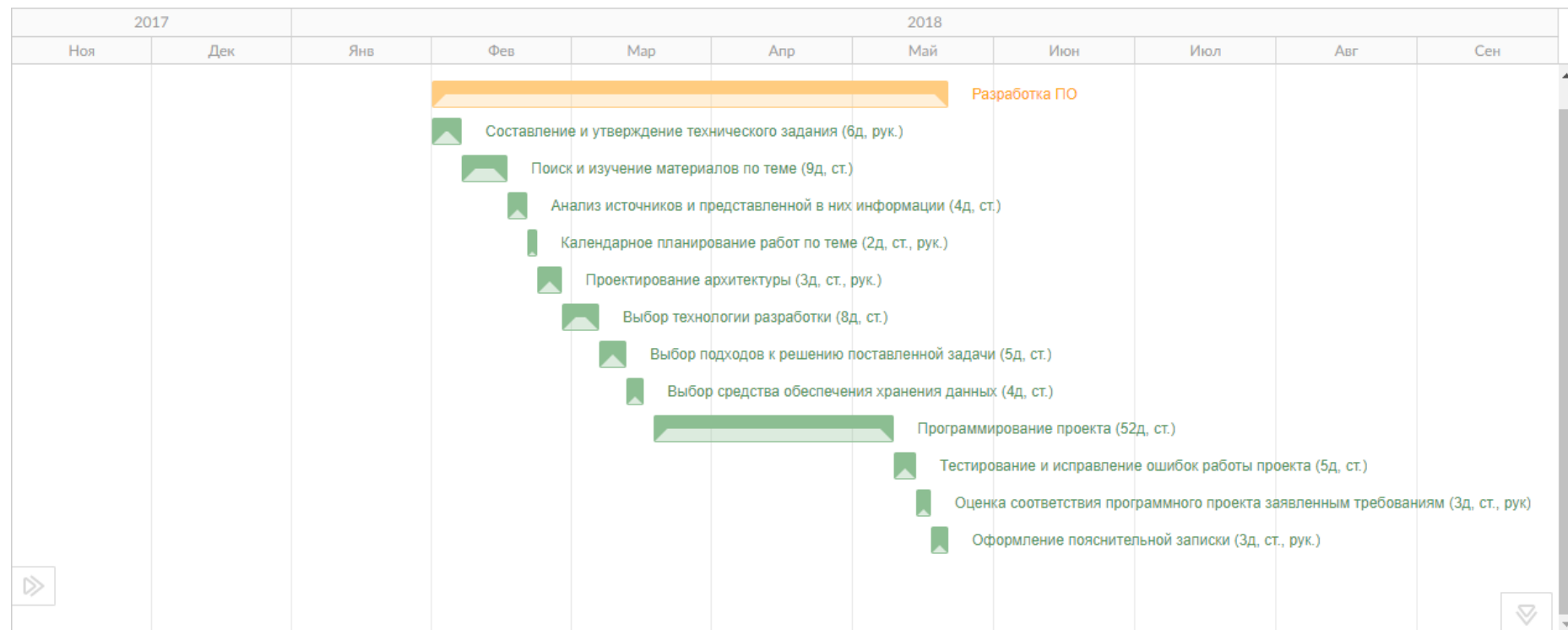
Название работы	Исполнители	Трудоёмкость работ									Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
		$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожгi}$ , чел-дни								
		ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср
Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3	3	3	6	6	6	4	4	4	4	4	4	6	6	6
Поиск и изучение материалов по теме	Студент	5	2	7	7	3	9	6	2	8	6	2	8	9	4	12
Анализ источников и представленной в них информации	Студент	2	3	2	4	5	4	3	4	3	3	4	3	4	6	4
Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент	2	2	2	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2
Проектирование архитектуры	Руководитель, студент	4	3	3	5	4	5	4	3	4	2	2	2	3	3	3
Выбор технологий разработки	Студент	4	2	3	8	5	7	6	3	5	6	3	5	8	5	7
Выбор подходов к решению поставленной задачи	Студент	3	2	2	4	3	3	3	2	2	3	2	2	5	4	4
Выбор средства обеспечения хранения данных	Студент	2	3	5	4	5	7	3	4	6	3	4	6	4	6	9

Продолжение таблицы 6

Название работы	Исполнители	Трудоёмкость работ									Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
		$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожі}$ , чел-дни								
		ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср	ср
Программирование проекта	Студент	31	41	36	40	48	42	35	44	38	35	44	38	52	65	56
Тестирование и исправление ошибок работы проекта	Студент	3	2	3	4	3	4	3	2	3	3	2	3	5	4	5
Оценка соответствия программного проекта заявленным требованиям	Руководитель, студент	3	2	2	6	5	5	4	3	3	2	2	2	3	3	3
Оформление пояснительной записки	Руководитель, студент	3	3	4	4	4	5	3	3	4	2	2	2	3	3	3
<b>Итого</b>														<b>104</b>	<b>111</b>	<b>114</b>



Таблица 7 – Календарный план-график проведения работ



#### 4.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Для расчета бюджета НТИ необходимо учесть затраты на заработную плату руководителя и затраты на з/п исполнителя, это является основной статьёй расходов. Поэтому для расчёта расходов на НТИ необходимо посчитать оклад специалистов за время исследования. Расходы определяются по следующей формуле (3).

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T, \quad (3)$$

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата,  $Z_{\text{дн}}$  – средняя дневная заработная плата,  $T$  – продолжительность времени разработки.

Средняя дневная заработная плата рассчитывается по формуле (4).

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F}, \quad (4)$$

$Z_{\text{м}}$  – месячный оклад,  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в году,  $F$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, равен 223.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 8 с учётом районного коэффициента (1.3).

Таблица 8 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{м}}$ , руб	М, мес	$Z_{\text{дн}}$ , руб	$T_{\text{р}}$ , раб. дни			$Z_{\text{осн}}$ , руб		
				Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Студент	15000	11.2	753	66	68	72	49698	51204	54216
Руководитель	30000	11.2	1507	11	11	21	16577	16577	16577

С учётом основной заработной платы, можно посчитать дополнительную в размере 12% от основной (таблица 9).

Таблица 9 – Дополнительная заработная плата

Исполнитель	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Студент	5964	6144	6506
Руководитель	1989	1989	1989

Далее необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды. Они вычисляются по следующей формуле (6):

$$Z_{\text{внеб}} = k * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (5)$$

K – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (для образовательных учреждений равен 0,271 (27,1%).

Результаты вычислений приведены в таблице 10.

Таблица 10– Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная з/п, руб.			Дополнительная з/п, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	16577	16577	16577	1989	1989	1989
Студент	49698	51204	54216	5964	6144	6506
<b>Итого</b>						
<b>Исполнение 1</b>	20115					
<b>Исполнение 2</b>	20572					
<b>Исполнение 3</b>	21487					

На основе всех расчётов можно составить итоговую таблицу бюджета НТИ (таблица 11).

Таблица 11 – Бюджет НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Затраты по основной заработной плате исполнителей	66275	67781	70793
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	7953	8133	8495
Отчисления во внебюджетные фонды	20115	20572	21487
Накладные расходы (16%)	15095	15438	16124
<b>Итого:</b>	109438	111581	116899

#### 4.6. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Для начала необходимо рассчитать финансовую эффективность.

$$I_{\text{фин.р.}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (6)$$



$I_{\text{фин.р.}}^{\text{исп}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки,  $\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го исполнения,  $\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

Исполнение 1:  $I_{\text{финр}} = 0,94$ ;

Исполнение 2:  $I_{\text{финр}} = 0,95$ ;

Исполнение 3:  $I_{\text{финр}} = 1$ .

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i \quad (7)$$

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения,  $b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения

Для расчётов необходимо построить таблицу (таблица 12).

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерий	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	3
Надёжность	0,2	3	4	2
Потребность в ресурсах	0,2	5	4	2
Функционал программного продукта	0,3	3	2	4
Интерфейс	0,1	5	5	4
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3,3</b>	<b>3</b>

Далее рассчитаем интегральный показатель эффективности:

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{фин.р.}} \quad (8)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта определяется следующим образом:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_i}{I_j} \quad (9)$$

Для наглядности можно построить сравнительную таблицу (таблица 13).

Таблица 13 – Эффективность разработки

Показатель	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	0,94	0,95	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	3,3	3
Интегральный показатель эффективности	4,25	3,47	3
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,82	0,7

В результате проведения научного исследования ресурсоэффективности и ресурсосбережения коммерческого потенциала для работы «Разработка

компьютерного трёхмерного игрового проекта Project - X» были определены потенциальные потребители разработки.

Был произведен анализ конкурентных технических решений, результаты которого показали, что разрабатываемое приложение имеет уникальные функциональные возможности, в отличии от аналогов на рынке.

Были определены возможные альтернативы проведения и варианты реализации и направления научных исследований.

Исходя из анализа эффективности и сравнения альтернатив реализации, можно сделать вывод, что первый вариант исполнения является наиболее экономичным и эффективным, его интегральные показатели ресурсоэффективности разработки и эффективности выше, чем у других рассмотренных вариантов. Именно поэтому был выбран первый вариант исполнения.