

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Создание игры-головоломки, пропагандирующей увлечение робототехникой и машинным обучением

УДК 004.925.84:379.82:007.52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В7А	Рябчиков Денис Константинович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Хамухин Александр Анатольевич	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина Вероника Анатольевна	Доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Черемискина Мария Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Погребной Александр Владимирович	к. т. н.		

**Планируемые результаты обучения по основной образовательной
программе подготовки бакалавров 09.03.01 «Информатика и
вычислительная техника»**

Код результатов	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 науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

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
8В7А	Рябчиков Денис Константинович

Тема работы:

Создание игры-головоломки, пропагандирующей увлечение робототехникой и машинным обучением	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.21 43-15/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.21
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Техническое задание к реализации игры-головоломки под операционную систему Android, призванной обучать и пропагандировать увлечение робототехникой и машинным обучением.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор используемых технологий 2. Проектирование игры 3. Реализация игры 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	Презентация в формате *.pptx

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина Вероника Анатольевна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

1. Обзор используемых технологий
2. Проектирование игры
3. Реализация игры
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
5. Социальная ответственность

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Хамухин Александр Анатольевич	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В7А	Рябчиков Денис Константинович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная 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: весенний семестр 2020/2021 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:	22.06.21
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.21	Основная часть	80
21.06.21	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
21.06.21	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Хамухин Александр Анатольевич	К. Т. Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Погребной Александр Владимирович	К. Т. Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8В7А	Рябчикову Денису Константиновичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	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	Бюджет проекта – не более 110 000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 70 000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент 30%. Накладные расходы 10%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат и цены результата ВКР

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Экспертная оценка конкурентоспособности
2. Матрица QuaD
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В7А	Рябчиков Денис Константинович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8В7А	Рябчикову Денису Константиновичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

Создание игры-головоломки, пропагандирующей увлечение робототехникой и машинным обучением	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p style="text-align: center;">Объект исследования:</p> <p>компьютерный игровой проект, представляющий собой определённые игровые механики, вместе образующие игровой процесс, реализованный с помощью игровой среды Unity на персональном компьютере.</p> <p style="text-align: center;">Область применения: обучающая и досугово-развлекательная деятельность.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»; – ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда; – Трудовые отношения регулируются согласно ТК РФ ФЗ–197 от 30.12.2001.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации включает: электромагнитное излучение, повышенный уровень шума, слабая освещённость, плохой микроклимат, умственное перенапряжение.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения включает: удар электрическим током, короткое замыкание.</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Утилизация используемой оргтехники, компонентов компьютера и других</p>

	компонентов аппаратно-программного комплекса, а также канцелярских принадлежностей и бумаги.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – короткое замыкание при работе персонального компьютера и периферии, – самовозгорание частей персонального компьютера вследствие неисправности проводки или компьютерных комплектующих, – пожар вследствие несоблюдения правил пожарной безопасности, – землетрясения, – наводнения. <p>Наиболее типичная ЧС: короткое замыкание при работе ПК или периферии.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В7А	Рябчиков Денис Константинович		17.06.21

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 71 страницу, 23 рисунка, 14 таблиц, 34 источника и 0 приложений.

Ключевые слова: Unity, разработка игр, Android, головоломка, машинное обучение, робототехники.

Объектом исследования является игра под операционную систему Android.

Цель работы — разработка мобильной игры-головоломки на тему машинного обучения.

В процессе выполнения работы использовался игровой движок Unity и среда разработки Visual Studio, программа реализована на языке C# с использованием внутренних библиотек Unity.

В результате выполнения работы была разработана мобильная игра-головоломка, пропагандирующая интерес к машинному обучению и робототехнике.

В первом разделе представлен обзор используемых технологий, в том числе анализ и сравнение игровых движков.

Во втором разделе представлено описание процесса проектирования игры: описаны требования, обозначена аудитория и описаны элементы игры.

Третий раздел представляет собой описание хода реализации игры и описание ее конечного вида.

Четвёртый раздел представляет собой анализ в области проектного и финансового менеджмента.

В пятом разделе рассмотрены аспекты социальной ответственности.

Область применения: Пропаганда идей машинного обучения и робототехники среди детей школьного возраста от 9 до 14 лет.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Игровой ассет — игровой ресурс — часть игрового контента [4]. Ассетами могут быть спрайты, 3d-модели, звуки, анимации, скрипты, сцены unity и т.д.

Спрайт — графический объект в компьютерной графике. Чаще всего — растровое изображение, которое можно отобразить на экране.

Скрипт — в Unity отдельный класс на языке C#, который взаимодействует с определенными объектами и их компонентами.

Игровой движок — Среда разработки игр, включающая возможности симуляции физики, работы со светом, работы с графикой, работы с игровой логикой, сборки под разные платформы.

Шутер — Игровой жанр, где основной механикой является стрельба.

AAA — Обозначение для высокобюджетных игр.

Пиксель-арт — вид цифрового изображения преднамеренно настолько низкого разрешения, что без труда заметны отдельные пиксели.

Оглавление

Введение	13
1. Обзор используемых технологий	15
1.1 Обзор сред разработки игр.....	15
1.1.1 Общий анализ сред разработки игр.....	15
1.1.2 Unity.....	17
1.1.3 Unreal Engine	19
1.1.4 GameMaker: Studio 2	21
1.1.5 Godot.....	23
1.2 Выбор среды разработки игр	25
1.3 Язык программирования C#.....	26
1.4 Среда разработки Visual Studio	26
2. Проектирование игры.....	27
2.1 Требования к проекту.....	27
2.2 Целевая аудитория	27
2.3 Описание игры.....	28
2.3.1 Элементы игры	28
2.3.2 Условие победы и набор очков	31
3. Реализация игры.....	33
3.1 Реализация игровой логики.....	33
3.1.1 Компоненты Unity.....	33
3.1.2 C#	35
3.2 Главное меню игры	35
3.2.1 Параметры.....	36
3.2.2 Об авторе.....	37
3.3 Игровые уровни	38
3.3.1 Система заданий	38
3.3.2 Пример уровня.....	39
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсопотребление	41
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	41
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	41
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	41
4.1.3 Анализ по технологии QuaD.....	43
4.1.4 SWOT-анализ	45
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	45
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	45
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования	46
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	47
4.3 Бюджет научно-технического исследования.....	51
4.3.1 Состав бюджета исследования.....	51

4.3.2	Расчет материальных затрат	51
4.3.3	Расчет заработной платы	52
4.3.4	Расчет отчислений во внебюджетные фонды (страховых отчислений).....	53
4.3.5	Расчет затрат на электроэнергию	53
4.3.6	Расчет амортизационных расходов	54
4.3.7	Расчет прочих расходов.....	55
4.3.8	Расчет общей себестоимости разработки.....	56
4.4	Общий вывод по разделу	56
5.	Социальная ответственность	57
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57
5.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	57
5.1.2	Мероприятия по планировке рабочего места.....	57
5.2	Производственная безопасность	59
5.2.1	Анализ выявленных факторов	60
5.2.2	Определение мероприятий по уменьшению вреда от воздействия выявленных факторов	62
5.3	Экологическая безопасность.....	63
5.3.1	Производство и утилизация техники и комплектующих	63
5.3.2	Нормы экологической безопасности	63
5.3.3	Мероприятия по сохранению экологической безопасности	64
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	65
5.4.1	Пожар.....	65
5.5	Вывод по разделу	67
	Вывод.....	68
	Список литературы.....	69

Введение

Игровая индустрия потрясает скоростью своего развития и особенно это стало заметно в 2020-2021 года в период коронавируса. От того посвящение ВКР именно это отрасли видится как крайне разумная идея.

Кроме того, сегодня появляется и становятся популярными многие технологии. Среди них и машинное обучение. Это весьма интересная тема для изучения и, если люди будут иметь минимальное ее понимания уже с школьных лет, развитие всего IT может ускориться. Ведь в увлеченных умах за одной темой пойдет другая, привлекая все больше интересующихся людей в ВУЗы и на профильные специальности.

Третьим, но не менее важным, пунктом является проблема неподходящих специальностей. Слишком большое количество прошлых школьников неправильно выбирают ВУЗ, а потом многие студенты неверно выбирают профессию. Все это, в итоге, приводит к смене университета, работы. Все это — сильные перемены в жизни, чаще они приводят к хаотичному движению в жизни, но иногда и к полному слому жизненных целей, амбиций. От того предложение в увлекательной игровой форме познакомиться с одним из самых интересных направлений в IT детям и подросткам может помочь многим более конкретно видеть свои сильные стороны и увлечения. И в будущем, ориентируясь на это, без страха и с уверенностью проходить настолько важные жизненные выборы, вроде профиля ВУЗа или профессионального направления.

Поэтому было решено сделать небольшую игру-головоломку, которая могла бы пропагандировать и знакомить детей и подростков (основная аудитория 9-14 лет) с темами машинного обучения, робототехники. Решение такой головоломки будет требовать логического и системного мышления — важные навыки для инженерной и научной работы. В перспективе, такая игра позволит людям раскрыть свои увлечения и развивать их дальше, переводя в профессиональный интерес.

Целью данной ВКР является разработка мобильной игры-головоломки на тему машинного обучения и робототехники. Игра будет представлена на платформе android и выполнена при помощи среды разработки игр Unity.

Для выполнения поставленной цели необходимо разрешить следующие **задачи**:

1. Изучить источники по выбранной теме
2. Произвести анализ предметной области
3. Выбрать инструмент разработки
4. Разработать геймдизайн игры
5. Разработать прототипы игры
6. Довести лучшие прототипы до MVP-версии игры

1. Обзор используемых технологий

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были использованы различные технологии, требующий описания.

1.1 Обзор сред разработки игр

В начале разработки игры наиболее важным решением является выбор среды разработки. Далее, для более точного придерживания к профессиональному лексикону, среда разработки игр будет называться игровым движком.

1.1.1 Общий анализ сред разработки игр

Игровой движок от того столь фундаментален, что прямо задает ключевые решения относительно проекта. Среди них:

- Язык программирования
- Платформа, на которую выпускается игра (мобильные девайсы, ПК, консоли, веб-браузер)
- Вид графики, в которой в приоритете будет выполнена игра (2D, 3D)
- Внутренние технологии игровых движков, полезные для разработки
- Стоимость игрового движка

Может появиться мысль, почему выбор игрового необходим? Есть множество открыто распространяющихся библиотек, позволяющих создать игру без использования сторонних коммерческих технологий на множестве языков. Для этого есть несколько причин:

1. **Функционал.** Игровые движки — комбайны создания игр. Они сочетают в себе возможности работы с графикой, светом, физикой, искусственным интеллектом и множеством других больших и малых деталей, на которых строятся современные игры. Движки предоставляют эти функции в удобном интерфейсе с необходимым уровнем абстракции, позволяющем разработчику быстро войти в работу и интуитивно действовать в сложных ситуациях.

2. **Комплексность** игр. Игровые движки не просто так имеют такое большое количество функций — игры становятся все сложнее и комплекснее в разработке. Современная большая коммерческая игра разрабатывается сотнями людей одновременно в течение нескольких лет. Малые проекты лишь отличаются масштабом, но могут быть не менее комплексными. От того совершенно нецелесообразно разрабатывать игру без использования игрового движка.

3. **Кроссплатформенность**. Сегодня игры разрабатываются на различные платформы: смартфоны/планшеты, компьютеры, консоли, VR-устройства. В дополнение к разнообразию устройств, каждый вид еще и включает разные операционные системы. Какие-то системы закрытые, какие-то открытые. Разработка на каждое устройство отдельно занимала бы года, что совершенно не вписывается в быстрое развитие игровой индустрии. Эти проблемы решаются кроссплатформенностью игровых движков. Они позволяют собирать проекты под разные операционные системы и устройства почти без вмешательства самого разработчика. От разработчика требуется значительно меньше затрат времени по переделыванию проекта под новую платформу.

4. **Ситуация на рынке**. Не удивительно, что компании разрабатывают свои игры с использованием игровых движков. Это быстро и выгодно. Если разработчику будет необходимо устроиться на работу в геймдев-компанию, знание одного из самых популярных движков необходимо.

Было выбрано несколько самых популярных представителей игровых движков. Их список:

- Unity
- Unreal Engine 4
- GameMaker: Studio 2
- Godot

1.1.2 Unity

Unity [2] — межплатформенная среда разработки компьютерных игр, разработанная американской компанией Unity Technologies [1]. Unity представляет из себя один из самых популярных игровых движков на сегодняшний день. И отлично справляется с разработкой именно мобильных игр, что важно для создаваемого в рамках ВКР проекта. Логотип Unity представлен на рисунке 1.

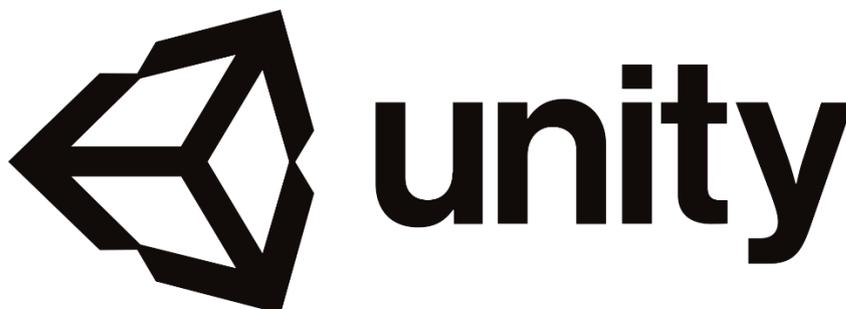


Рисунок 1 – логотип Unity

Среди **плюсов** Unity можно отметить:

— **Бесплатное использование.** Unity имеет гибкий тарифный план (Personal), где платить за использование движка нужно только если разработчик получил от игры доход в размере не менее \$100 тыс. в течение 12 месяцев [3].

— **Кроссплатформенность.** Unity позволяет собирать проекты под PC, Mac, Linux, Android, IOS, tvOS, Xbox, PS4, WebGL и VR-платформы. Все это является основными платформами для реализации создаваемых игр на сегодняшний день.

— **Магазин ассетов и комьюнити.** Unity имеет свой собственный магазин ассетов — игровых ресурсов — неделимых частей игрового контента [4]. Ассетами могут быть спрайты, 3d-модели, звуки, анимации, скрипты, сцены unity и т.д. В магазине присутствует огромное множество ассетов, разделенных по разным категориям [5]. Причем есть как платные, так и бесплатные ресурсы.

— **Уроки, курсы, документация.** В интернете можно найти бесчисленное множество различных курсов или уроков по разработке игр на Unity. Курсы могут быть как бесплатные, так и платные. Их можно найти как на площадках вроде Youtube, так и на специализированных платформах вроде Udemy, Coursera. Кроме того, сами Unity Technologies представляют курсы по работе со своим движком на английском [6]. Для удобного обучения, кроме курсов необходима еще и удобная документация, где будут описаны методы, классы, устройство компонентов программы. Unity имеет удобную подробную документацию, выполненную в виде Wiki-платформы [7].

— **Стандарт в индустрии.** В настоящее время разработка на Unity — стандарт в геймдев-индустрии. Особенно хорошо это заметно в странах СНГ, где приоритетом разработки являются мобильные проекты.

— Кроме того, это единственный игровой движок в работе с которым уже имеется практический опыт, что является крайне важным фактором.

Минусы Unity не столь важны для данного проекта, но присутствуют:

— **Средний порог входа.** Unity — движок, который развивается с 2005 года [1]. За это время в нем осталось много легаси-функций, возросло множество вариантов использования. Unity также использует для программирования язык C#, который разрабатывался и разрабатывается отдельно от данного игрового движка, что также вносит сложности в изучение и понимания Unity. GameMaker и Godot имеют более низкий порог входа.

— **Неполноценное 2D.** Хотя Unity и очень часто используется для разработки 2D-игр, 2D в нем не полноценное. 2D в нем — только 3D без координаты z. Строго говоря, это не является исключительно минусом. Такой ход позволяет удобно смешивать 2D-объекты с 3D- объектами внутри редактора, но замедляет и усложняет работы в некоторых случаях, если разрабатывается 2D-игра.

1.1.3 Unreal Engine

Unreal Engine 4 [9] — игровой движок, разрабатываемый и поддерживаемый компанией Epic Games [8]. Unreal Engine, наряду с Unity, является одним из самых популярных движков для игровой разработки. В отличие от Unity, он имеет более высокий порог входа и специализирован больше для крупных проектов. Логотип Unreal engine представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Логотип Unreal engine

Плюсами Unreal Engine можно назвать:

— **Бесплатное использование.** Epic Games позволяет использовать Unreal Engine бесплатно без каких-либо ограничений пока доход за время существования проекта не достигнет \$1 000 000. Как только доход превысит данную отметку, они просят 5% от дохода [10].

— **Кроссплатформенность.** Unreal engine поддерживает все современные и не только платформы. Самые важные из них: Windows, Linux, Mac, Xbox, PS, Android, IOS, Nintendo Switch.

— **BluePrints** — визуальный язык программирования, который помогает конструировать логику игры без использования с++ кода. Blueprints не рекомендуется использовать вне написанного на с++ кода, но для многих новичков в программировании данный визуальный язык становится удобным трамплином к изучению Unreal engine. Blueprints удобно заменяет код в

рамках программирования скриптов для взаимодействия с визуальным контентом, внутренняя логика игры хоть и доступна blueprints, но куда лучше пишется уже на основном языке программирования. После blueprints интерпретируется как c++, а далее уже компилируется.

— **Магазин ассетов и раздачи Epic games.** Epic games владеет магазином ассетов ни чем не уступающему магазину Unity [11]. Что касается высококачественных ресурсов для AAA-игр, то здесь их даже больше. Кроме того, каждый месяц Epic games раздают различные ассеты из своего магазина бесплатно любому разработчику Unreal engine [12].

— **Уроки, курсы, документация.** Unreal engine — второй по популярности движок и уроков на различных площадках у него не меньше. Правда, стоит учесть, что это касается англоязычной части интернета, в сегменте СНГ Unity перевешивает и найти информации по нему на русском куда проще. У Epic games также есть свои курсы и уроки по разным аспектам Unreal Engine [13]. Документация тоже ничем не уступает таковой у Unity [14].

— **Второй стандарт в индустрии.** Как уже упоминалось в предыдущем пункте, Unreal engine — второй по популярности игровой движок. Зная как на нем работать можно быть уверенным, что не придется переучиваться в ближайшие годы или иметь проблемы с поиском работы. Причем, стоит заметить, в последние годы Unreal набирает обороты и догоняет Unity по популярности. Все это благодаря правильной маркетинговой стратегии Epic games. В сущности, Unity и Unreal engine просто заняли разные ниши, если первый больше используется для небольших проектов, будь то игра на мобильную платформу, ПК или консоль, то Unreal engine любят использовать именно для больших крупнобюджетных игр. В нем есть все для этого: лучшая работа с высокополигональной графикой, светом, большими масштабами карт и контента.

Минусы:

— **Высокий порог входа несмотря на blueprints.** Unreal Engine развивается с 1998 года, когда на нем была выпущена первая игра — Unreal. Тогда это был движок, заточенный под шутеры от первого лица, но после многолетних переработок он стал универсальным помощником для разработчиков игр совершенно любых жанров. Однако, как и в случае с unity, осталось много легаси-кода, функций. Все это влияет на удобство работы в отдельных случаях, и разработчики это замечают. Конечно, ко всему этому можно привыкнуть и перестать видеть в этом проблему, но для новичков такие проблемы могут стать преградой к глубокому изучению этого игрового движка.

— **Не стандарт в мобильной разработке.** Несмотря на то, что Unreal Engine можно применять для создания игр под мобильные устройства, он применяется там редко. Обычно это какие-то большие многопользовательские проекты. На это есть причины, долгое время Unreal Engine не был лучшим вариантом для игр под смартфоны. Так что сегодня большинство известных утилит по мобильной аналитике, сборе статистики — все это написано не под Unreal Engine, в основном под Unity [15]. Получился замкнутый круг, от чего до сих пор тысячи ежедневно выходящих мобильных игр пишутся на других игровых движках.

1.1.4 GameMaker: Studio 2

GameMaker: Studio [17] — Мощный инструмент для профессиональной разработки игр. Является одним из самых популярных игровых движков. Разрабатывается компанией YoYo Games [16]. GameMaker Studio отлично подходит для производства небольших 2D или простых 3D игр. Это подходящие возможности для выполнения ВКР, но GameMaker слабо используется среди игровых студий, а значит знания данного игрового движка не сильного помогут при дальнейшем поиске работы. Логотип GameMaker Studio представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Логотип GameMaker Studio

Плюсами можно назвать:

— **Кроссплатформенность.** Поддерживает все популярные платформы: Windows, Macm Ubuntu, Android, IOS, Xbox, PS [16].

— **Магазин Ассетов.** Game Maker имеет магазин ассетов не сильно уступающий своим конкурентам [18], а учитывая специализированность GameMaker на 2D-играх, здесь можно найти много узкоспециализированных игровых ресурсов.

— **Документация.** Подробная документация, переведенная на русский язык и объясняющая многие аспекты не просто текстом, но еще и изображениями, что помогает куда доступнее объяснить многие моменты [19].

— **Комьюнити.** GameMaker развивается с 1999 года [16] и за это время обрел большое количество поклонников, а значит и материалов: уроков, курсов, ответов на форумах и т.д. Едва ли сегодня найдется проблема в движке, которую кто-то в интернете не нашел и не решил до этого дня.

— **Полноценное 2D.** В отличие от Unity и Unreal Engine, 2D здесь не просто плоскость в 3D-пространстве. Здесь подключается именно 2D-пространство, что гораздо удобнее в разработке. Кроме того, GameMaker имеет больше инструментов для работы с 2D, например, графический редактор для пиксель-арта.

Минусы:

— **Малая функциональность для 3D.** GameMaker не может сравниться по функционалу работы с 3D с конкурентами, описанными выше. Строго говоря, он из другой лиги. GameMaker специализируется на небольших

играх, в основном 2D-играх. Для них он сделан весьма хорошо, он имеет удобный интерфейс и наполнен необходимым инструментарием. Однако, как только разработчик захочет сделать что-то большее, ему придется переучиваться под использование другого игрового движка.

— **Ограничения при использовании бесплатной версии.** Бесплатная версия дается только на 30 дней использования, причем проекты, создаваемые в рамках этой версии, не могут быть коммерческими. Если разработчик захочет экспортировать свою игру под Windows или Mac, ему будет необходимо купить годовую лицензию за \$39 для каждой операционной системы либо бессрочную за 99\$ для всех Desktop-платформ. Для мобильных устройств за \$199 навсегда. Для консолей \$799 в год для каждой отдельной серии консолей (Xbox, PS, Nintendo Switch) [20].

— **Практически нет вакансий.** Компании не слишком заинтересованы в работе с GameMaker Studio, по крайней мере, в СНГ. Так что разрабатывать игры на GameMaker можно либо одному, либо входя в независимую команду.

1.1.5 Godot

Godot Engine [22] — открытый кроссплатформенный 2D и 3D игровой движок под лицензией MIT, который разрабатывается сообществом Godot Engine Community [21]. Godot — амбициозный новичок среди игровых движков, своими акцентами на небольшие 2D и редко 3D играми он очень похож на GameMaker. Однако он может стать куда более популярным. Правда сейчас он практически не используется игровыми студиями и знания этого игрового движка не слишком важны при поиске работы в геймдев-индустрии. Логотип Godot представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Логотип Godot

Плюсы:

— **Быстродействие.** Полностью установленный Godot весит всего 50 мб. Этот показатель значительно отличает его от конкурентов. Кроме того, такой маленький вес говорит еще и о его скорости работы. Godot содержит в себе только необходимые элементы и работает куда быстрее своих конкурентов [26].

— **Полноценное 2D.** Те же плюсы, что и у GameMaker, но в более современном виде.

— **Полная бесплатность.** Godot является продуктом с открытым исходным кодом и распространяется по лицензии MIT. Это говорит о том, что Godot engine обязан свободно распространяться и требовать плату за скачивание этого ПО незаконно.

— **Набирает популярность.** Godot — новичок среди игровых движков. О нем стали говорить лишь в последние годы. Однако, он нравится людям. В подтверждение тому можно привести гранты от крупных компаний, которые достаются этому игровому движку. Например, грант от игровой студии Kefir на \$120 тыс. [23] или грант от Epic Games на \$250 тыс. [24]. Кроме того, патроны жертвуют ему около \$15 тыс. каждый месяц через площадку Patreon [25].

Минусы:

— **Недостаток комьюнити, уроков, ассетов.** Godot еще не успел собрать большую базу пользователей, от того интернет не наполнен

бесчисленным количеством уроков и курсов по этому игровому движку. У него есть свой магазин ассетов [27], однако в нем пока значительно меньше контента, чем у конкурентов. Однако время должно исправить эти недостатки.

— **Слабое 3D.** Проблема идентична GameMaker Studio, однако Godot в ускоренном темпе вводит возможности по работе с 3D и, возможно, в будущем станет сильным конкурентом для других 3D игровых движков.

— **Сложности при сборке приложения.** У такого небольшого веса движка есть и свои минусы. Чтобы собрать какой-либо проект под определенную платформу нужно будет устанавливать и настраивать стороннее ПО. Так, например, для сборки проекта под android разработчику нужно будет установить android Studio, устанавливать необходимую версию JAVA, настраивать SDK и т.д. [26]. С другой стороны, в Unity, этого всего делать не нужно, все доступно уже в самом движке.

— **Практически нет вакансий.** Движок еще не нашел достаточную базу аудитории, чтобы им начали активно интересоваться компании. Поэтому сегодня он остается игровым движком для одиночной разработки, либо разработки в независимых командах.

1.2 Выбор среды разработки игр

Каждый из представленных игровых движков может подойти для разработки ВКР, но выбор пал на Unity. Это сделано, т.к. он выделяется следующим:

- Бесплатное использование, в отличие от GameMaker
- Наибольшая популярность в СНГ геймдев-компаниях.
- Большое комьюнити, а значит много уроков, курсов, людей, которые могут помочь
- Огромное количество игровых ассетов, что должно положительно сказаться на скорости и удобстве разработки
- Наличие опыта работы с Unity

Исходя из этих плюсов, Unity даст не только удобство в разработке игры, но и старт для будущего развития в рамках всей индустрии.

1.3 Язык программирования C#

C# — единственный язык программирования, который поддерживает Unity. Кроме того, именно на C# уже имеется наибольший опыт разработки.

C# — Объектно-ориентированный язык программирования. Относится к с-подобным языкам, имеет статическую типизацию, постоянно развивается, от того имеет весь необходимый программисту на сегодняшний день функционал.

1.4 Среда разработки Visual Studio

Microsoft visual studio — интегрированная среда разработки программного обеспечения на множестве языков и под множество платформ. В данном случае важно, что visual studio может выступать редактором исходного кода для Unity с возможностью подсветки разных частей кода и автодополнением.

Было решено использовать Visual Studio по причине неоднократной работы с этим ПО, что дает удобство и скорость в разработке.

2. Проектирование игры

Игра — это крупная система связанных элементов, и чтобы она работала правильно, необходимо потратить значительную часть усилий на первоначальное проектирование.

2.1 Требования к проекту

Выбранная тема «Создание игры-головоломки, пропагандирующей увлечение робототехникой и машинным обучением» обязывает учитывать определенные требования.

Первое из них — игра должна иметь направленность не только на развлечение, но и на обучение. Потому в игре должны содержаться определенные теоретические знания, затрагивающие области робототехники и машинного обучения.

Кроме того, раз игра выполнена в жанре головоломки, она должна быть требовательной к логическому мышлению игрока. А от того, должна быть сбалансирована так, чтобы задания в ней были ни простые, но и не слишком сложные.

В игре должно присутствовать:

- несколько игровых уровней,
- полностью выполненный геймплейный core-loop
- MVP-графика.

2.2 Целевая аудитория

Как гласит аннотация, целевой аудиторией выбраны люди возрастом 9-14 лет. Такое решение принято по причине ориентации на пропагандирование интереса к затрагиваемым областям среди будущих студентов и разработчиков. ы

По мнению автора, ранний подростковый возраст — самое подходящее время для начала формирования увлечений, определяющих будущие области интереса, направленность развития. Да, в этом возрасте редко, кто находит призвание на будущую жизнь, но именно тогда люди создают будущий базис.

Именно в этом возрасте будущий разработчик понимает, что компьютер — это интересно, а будущий биолог удивляется разнообразию природы.

От того игра, рассказывающая о робототехнике и машинном обучении, пройденная в этом возрасте, может остаться тем базисом в памяти человека и дать толчок для изысканий в будущем.

2.3 Описание игры

Игра представляет из себя головоломку, в которой необходимо построить упрощенную модель машинного обучения.

Информация здесь абстрактно представлена фигурами разных цветов, а системы машинного обучения — логическими блоками, направляющими фигуры в разном направлении так, чтобы они попали именно в том выход, который может их принять.

2.3.1 Элементы игры

На данном этапе развития проекта в нем присутствует 5 блоков разного типа (рисунок 5), а именно:

- Входной блок
- Выходной блок
- Блок Экспертной системы (блок if-else)
- Блок Решающего дерева (блок if-else-if)
- Блок Корзина (уничтожающий блок)

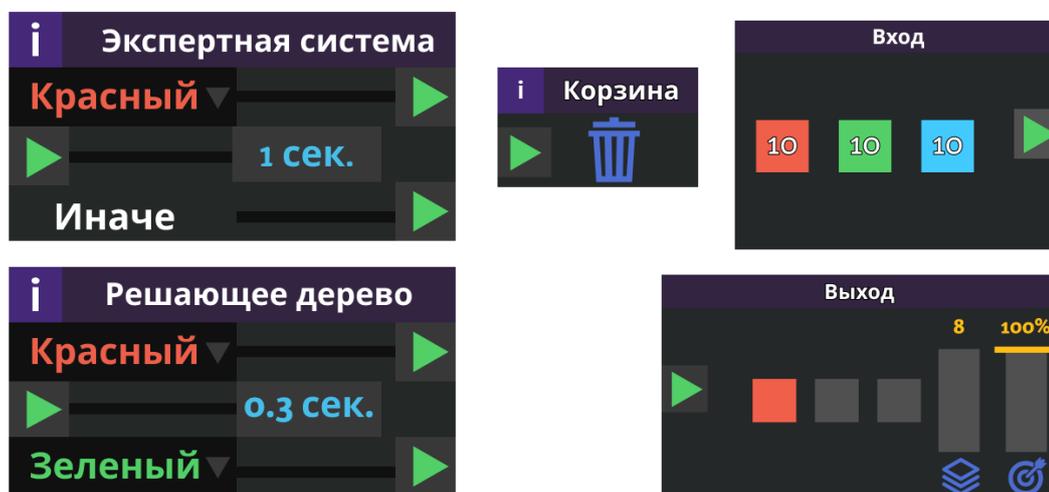


Рисунок 5 – Элементы игрового процесса

Для более полного понимания игровых заданий важно остановиться на каждом блоке подробнее.

На рисунке 6 представлен входной блок. Он необходим, чтобы квадраты разных цветов, символизирующие данные, поступали в игровой уровень.

Блок может подавать от одного до трех разных цветов, причем количество квадратов разных цветов может отличаться. Справа входной блок имеет выход, через который квадраты будут передаваться в другие логические блоки.

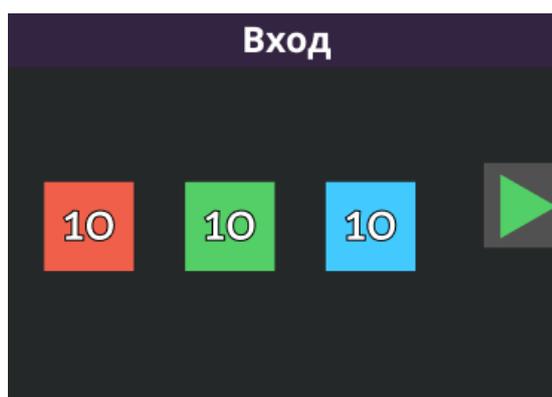


Рисунок 6 – Входной блок

Выходной блок, пример которого представлен на рисунке 7, наоборот получает цветные квадраты. Цель игры — заполнить шкалу выходного блока, набрав достаточное количество квадратов.

В примере блок может принимать только красные квадраты (символизирующие данные определенного типа) и для заполнения ему необходимо 8 квадратов.

Кроме шкалы наполнения блока данными можно заметить также шкалу точности, она уменьшается, если в блок попадают квадраты неверного цвета. Для полного прохождения уровня нужно держать значения этой шкалы на 100%.

Слева блок имеет вход для получения данных.

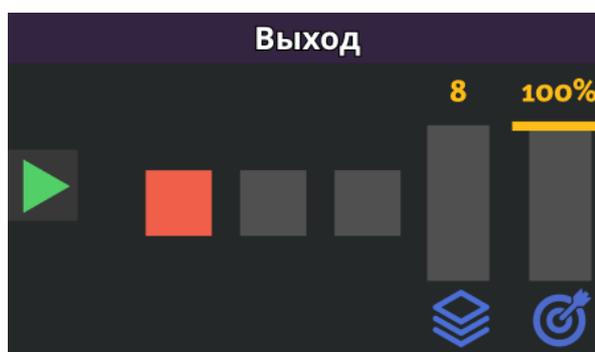


Рисунок 7 – Выходной блок

Блок экспертной системы позволяет выбрать квадраты определенного цвета и откинуть остальные.

На рисунке 8 показан пример блока, отделяющего квадраты красного цвета от остальных. Один квадрат обрабатывается за 1 секунду (можно ускорить).

Если не выводить квадраты через выход «Иначе», они будут скапливаться в данном блоке, как только их количество дойдет до предела блока, он перестает работать.

В левом верхнем углу расположена кнопка подсказки. При нажатии выводится окно, рассказывающее принципы работы экспертной системы.

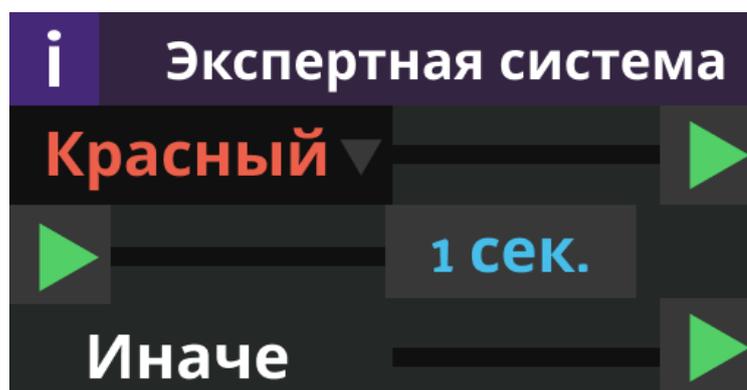


Рисунок 8 – Блок экспертной системы

Блок решающего дерева, пример которого представлен на рисунке 9, работает схожим образом с блоком экспертной системы. Однако, он не делит цвета на выбранный и остальные, а выбирает два цвета. Если на него поступают квадраты третьего цвета, они распределяются по двум выходам случайно.

Решающее дерево, как более совершенный алгоритм, действует быстрее экспертной системы. Факт разного времени выполнения у блоков также важен для геймплея игры. Для прохождения некоторых уровней на большее количество очков необходимо сделать это за определенное время.

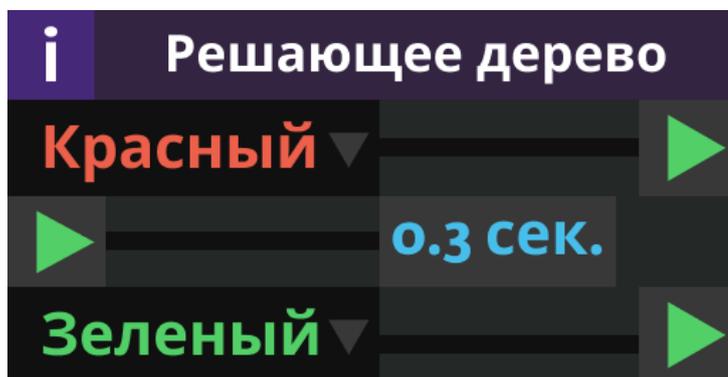


Рисунок 9 – Блок решающего дерева

Случается, что некоторые данные не нужны и не должны учитываться, для уничтожения квадратов ненужного цвета существует блок корзины, показанный на рисунке 10.

Он получает ненужные квадраты и стирает их.

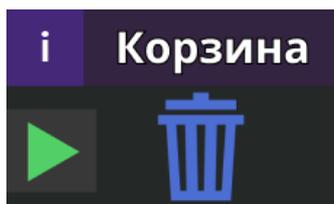


Рисунок 10 – Уничтожающий блок

2.3.2 Условие победы и набор очков

Для прохождения уровня существует только одно условие — заполнение всех выходных блоков блоками необходимого цвета. Но кроме самого факта прохождения, уровни можно пройти на определенное количество звезд — аналог игровых очков.

Есть 3 звезды, иначе говоря, 3 уровня сложности (рисунок 11).

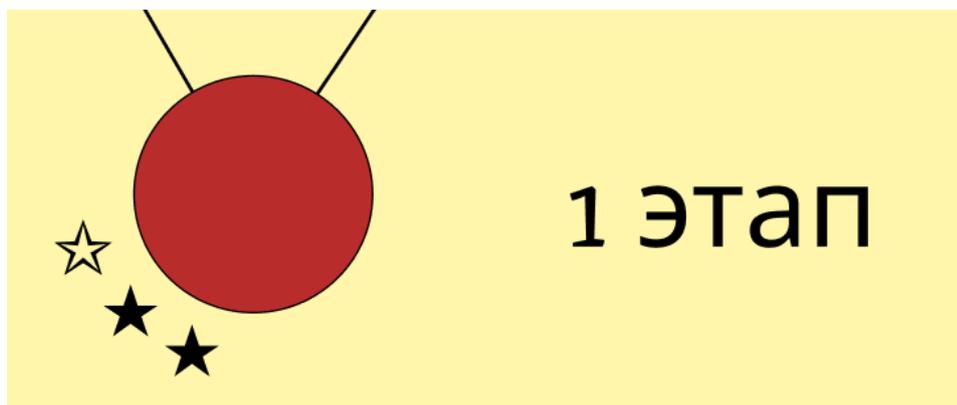


Рисунок 11 – Степень прохождения уровня

В зависимости от выбранного игрового уровня, на набор звезд влияют различные факторы:

- Время работы системы
- Процент точности выходных блоков
- Целостность блоков

3. Реализация игры

Игра реализована посредством игрового движка Unity и для правильного понимания сути того, как она сделана, необходимо знать как устроен сам игровой движок.

3.1 Реализация игровой логики

Игровая логика полностью написана на языке C# с применением внутренних функций Unity.

3.1.1 Компоненты Unity

В Unity верховным файлом иерархии объектов и пространством для их всех является сцена (рисунок 12).

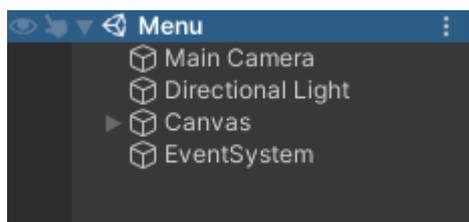


Рисунок 12 – Сцена в иерархии

Любой объект в сцене — лишь набор специальных компонентов, которые определяют характеристики этого объекта.

Так, пустой игровой объект (рисунок 13) имеет лишь один компонент — Transform (рисунок 14). Он определяет положение объекта в пространстве на сцене. Любой другой игровой объект отличается от пустого лишь добавлением необходимых компонентов.

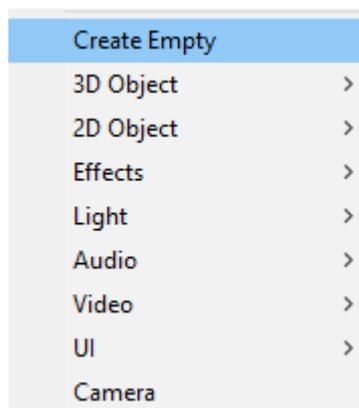


Рисунок 13 – Создание пустого игрового объекта

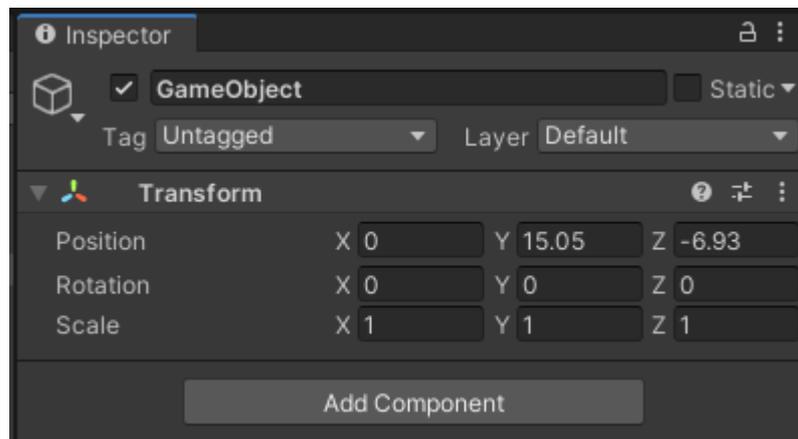


Рисунок 14 – Компоненты пустого игрового объекта

Если добавить к пустому объекту компонент Sprite Renderer (рисунок 15) и добавить необходимый спрайт, то объект станет виден в сцене игры и получит 2D-изображение.

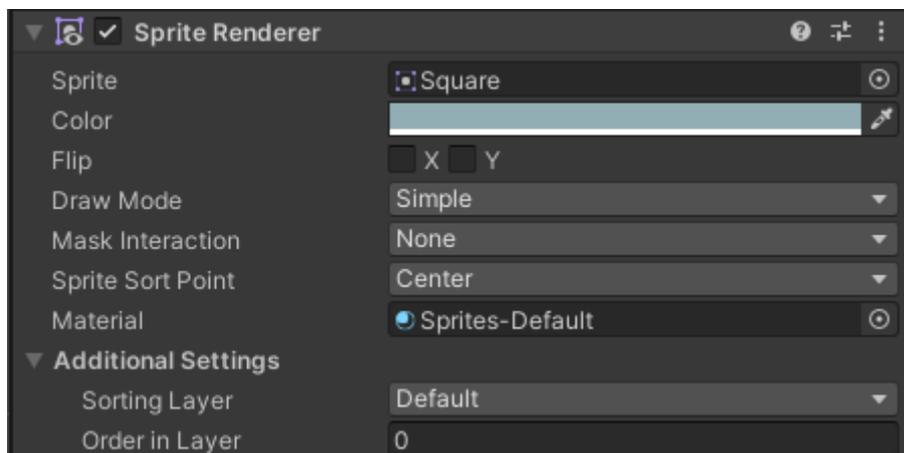


Рисунок 15 – Компонент Sprite Renderer

В случае добавления компонента Rigidbody (рисунок 16) на объект, он становится «физическим» — на него действуют силы, например, гравитационные.

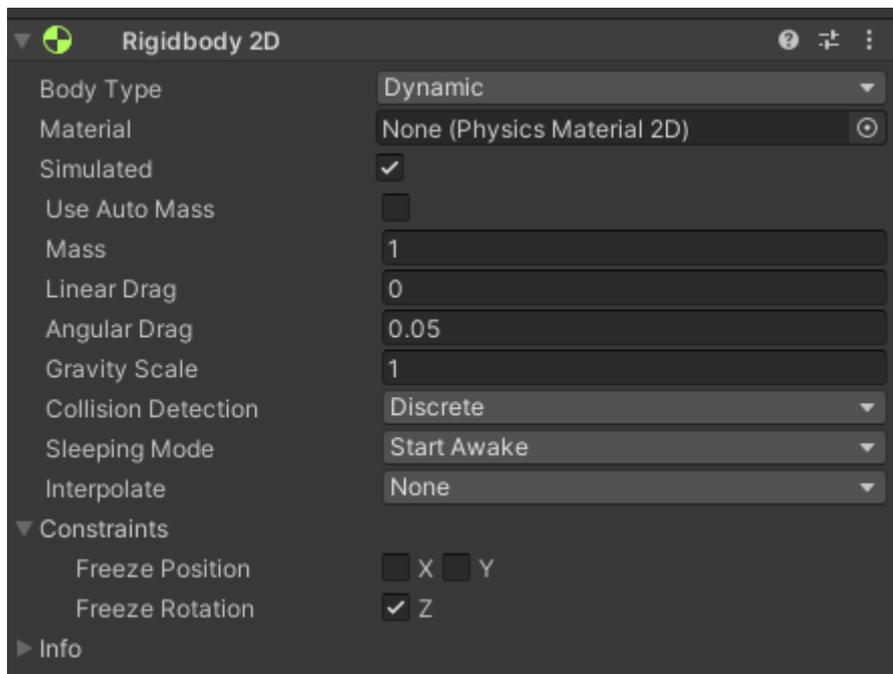


Рисунок 16 – компонент RigidBody

Каждый компонент по своей сути — скрипт — некий класс, отвечающий за определенную функциональность.

Для построения игровой логики необходимо прикреплять к объектам собственноручно написанные компоненты. Пример такого показан на рисунке 17.



Рисунок 17 – Собственноручно написанный компонент

3.1.2 C#

Скрипты пишутся в отдельных .cs файлах. В них же можно получать доступ к другим компонентам, находящимся на том же объекте или вовсе создавать новые объекты с определенными компонентами.

3.2 Главное меню игры

Игра начинается с главного меню — оно представлено на рисунке 18.

В главном меню есть 4 кнопки, отвечающий за различный функционал:

- Продолжить;
- Новая игра;
- Параметры;
- Об авторе.

Первые две кнопки ведут к основному геймплею игры — головоломке на тему машинного обучения. Первая кнопка продолжает прошлую сессию, вторая — начинает новую.

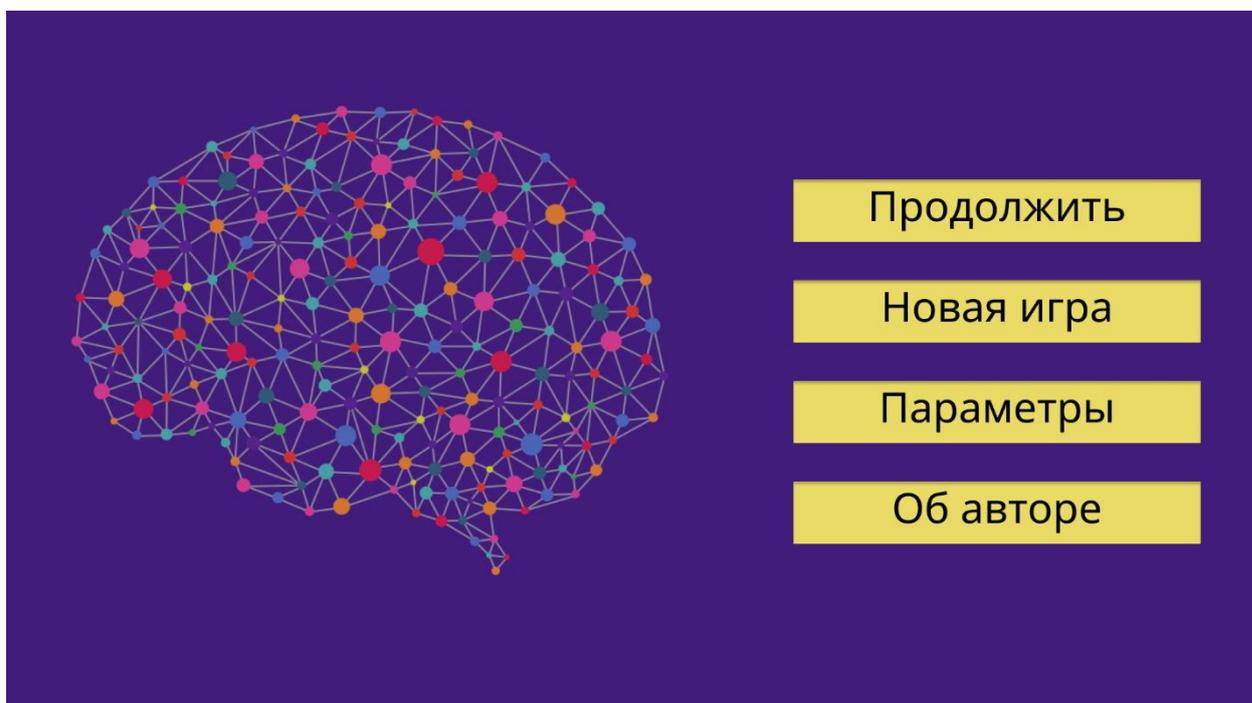


Рисунок 18 – Главное меню игры

3.2.1 Параметры

Третья кнопка предоставляет доступ к параметрам игры. Параметры представляют собой (рисунок 19):

- Смену языка;
- Регулирование громкости фоновой музыки;
- Регулирование громкости звуковых эффектов.

В проекте поддерживается только два языка: английский и русский.

Звуковые эффекты и музыкальный фон взяты из бесплатных игровых ассетов, полученных через магазин Unity.

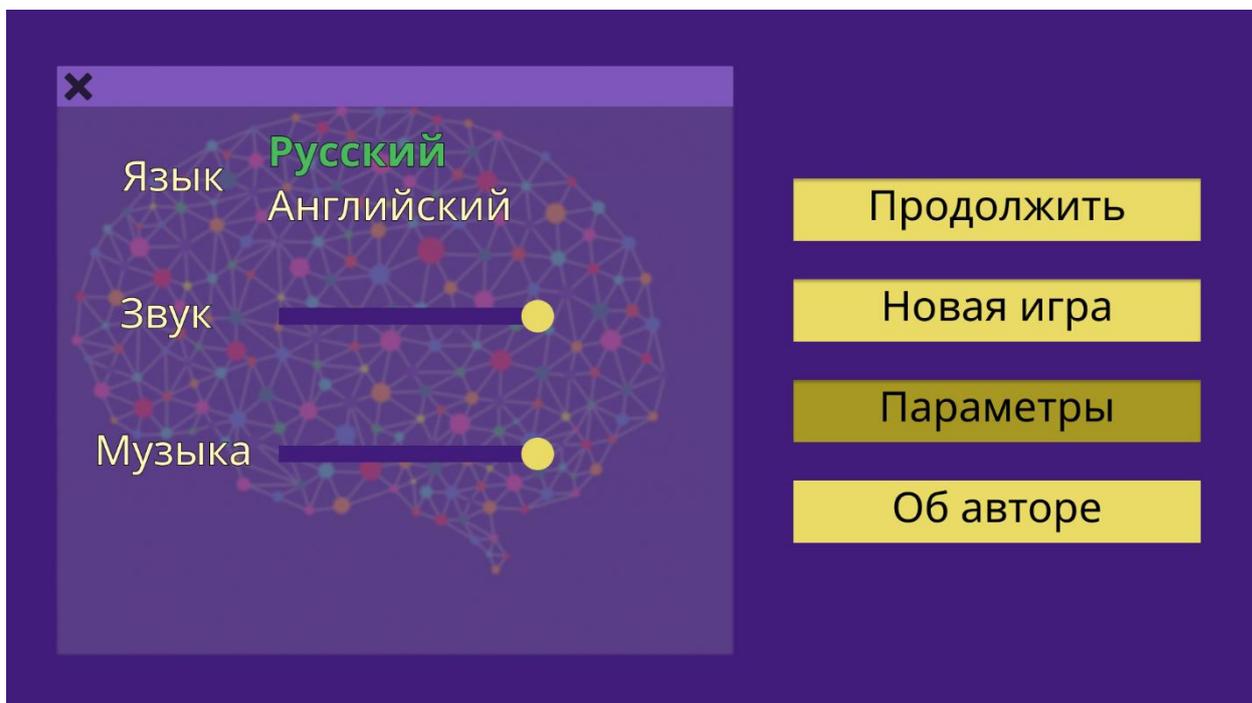


Рисунок 19 – Параметры игры

3.2.2 Об авторе

Последняя кнопка меню включает вкладку, рассказывающую об авторе проекта (рисунок 20).

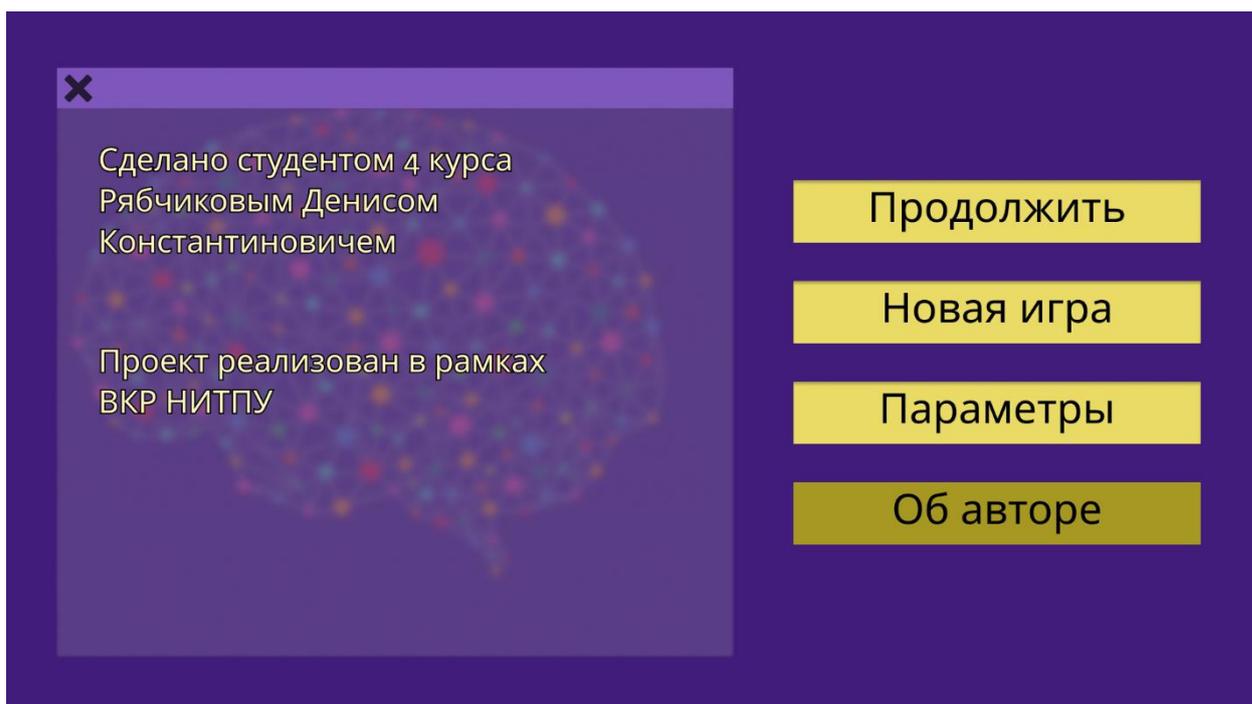


Рисунок 20 – Раздел «Об авторе»

3.3 Игровые уровни

В проекте реализовано 6 игровых уровней с возрастающей сложностью.

3.3.1 Система заданий

Уровни реализованы в виде дерева (рисунок 21). С возрастанием этапов добавляются новые логические блоки, увеличивающие разнообразие геймплея.

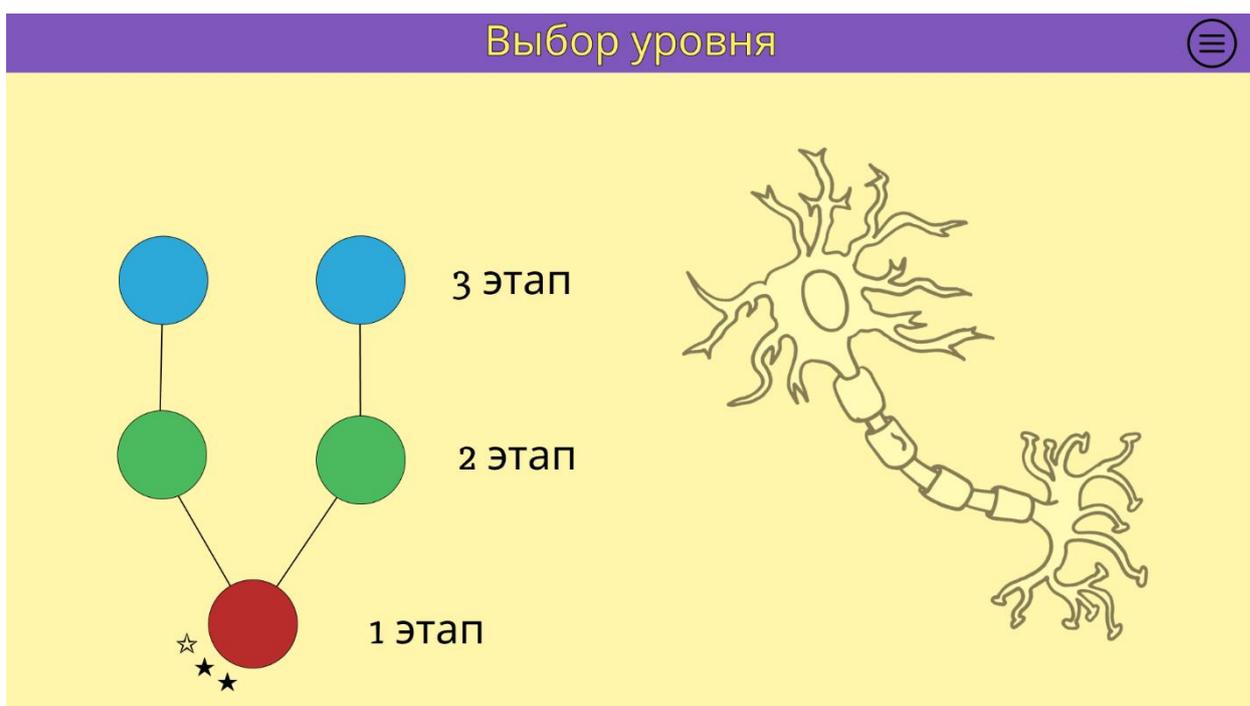


Рисунок 21 — Выбор уровня

Если нажать по одному из уровней, появится его описание. Пример показан на рисунке 22.

Выбор уровня ☰

3 этап

2 этап

1 этап

2 — Эксперты говорят УНИЧТОЖИТЬ

Думаешь, прошел уровень и уже король машинного обучения?

А если данных слишком много и тебе они все вообще не сдались?! Например, необходимо найти фотографии красноперых попугаев. Найдешь?

Поищи и научись избавляться от данных...

Начать

Рисунок 22 – Описание Уровня

3.3.2 Пример уровня

На рисунке 23 показан пример игрового уровня с использованием решающего дерева. Как видно, данные в виде разноцветных квадратов передаются из входного блока в выходные, разделяясь в блоке решающего дерева.

Задача игрока понять, какой блок использовать, чтобы данные передались максимально быстро.

Как видно, в процессе игры доступна возможность ускорить время, остановить симуляцию и поставить ее на паузу.

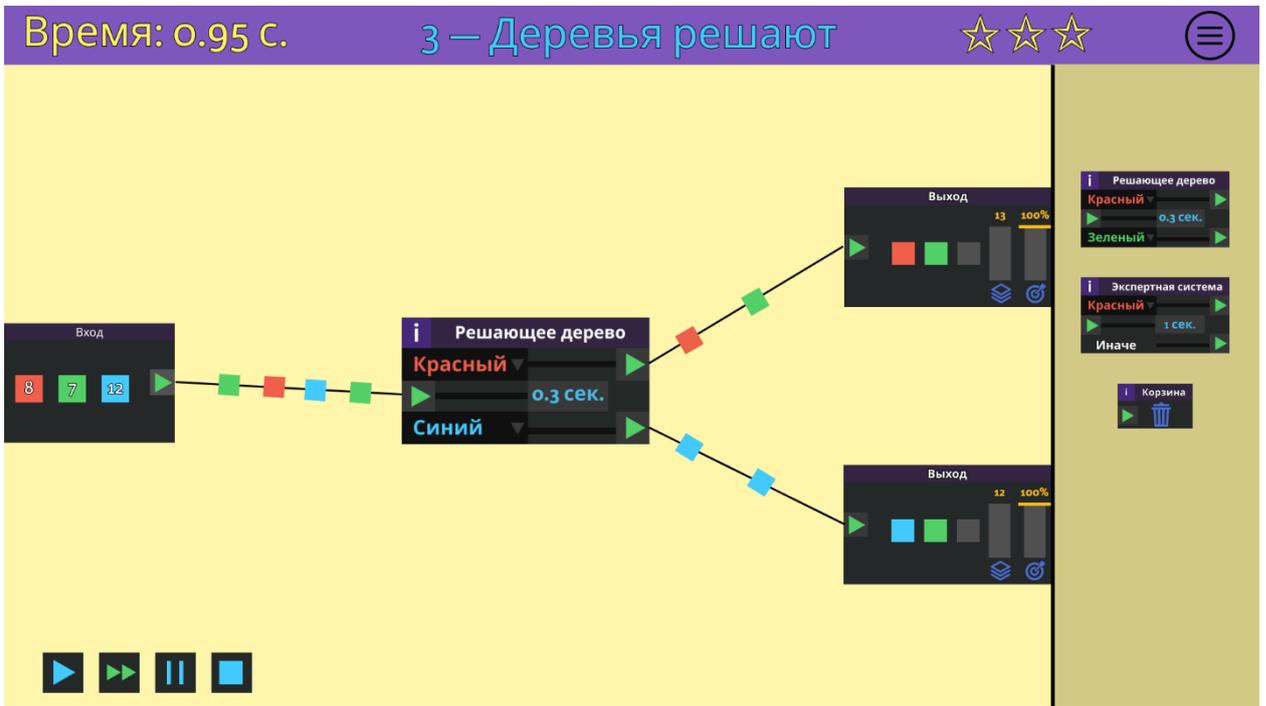


Рисунок 23 – Уровень с Решающим деревом

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсопотребление

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Технологии шагают вперед и важно развивать в людях стремление не отставать от прогресса. С этим может помочь разрабатываемая в рамках ВКР игра-головоломка, пропагандирующая машинное обучение и робототехнику.

Целевая аудитория проекта — люди от 9 до 14 лет, т.к. именно в этом возрасте начинают формироваться увлечения, определяющие будущие области интереса, направленность развития.

Основной причиной, почему был выбран этот возраст, является проблема нахождения увлечения и адекватное представление будущей профессии. Слишком большое количество прошлых школьников неправильно выбирают ВУЗ, а потом многие студенты неверно выбирают профессию. Все это, в итоге, приводит к смене университета, работы. Все это — сильные перемены в жизни, чаще они приводят к хаотичному движению в жизни, но иногда и к полному слому жизненных целей, амбиций.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С конкурентно-технической стороны был проведен анализ проекта, который позволяет оценить эффективность будущей разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Позиция технического решения и конкурентов оценивается по каждому показателю в пятибалльной шкале, где 5 является сильной позицией, а 1 наиболее слабая. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot Б_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – балл i -го показателя.

В таблице 1 представлена оценочная карта для сравнения конкурентов, развивающих и пропагандирующих схожие области в ИТ.

Конкуренты:

- While True learn(),
- Learning Factory,
- Comet 64.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	B_{K3}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}	K_{K3}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Энергоэкономичность	0,2	5	3	4	4	1	0,6	0,8	0,8
Удобство эксплуатации	0,15	4	5	4	4	0,6	0,75	0,6	0,6
Быстродействие	0,1	3	3	4	4	0,3	0,3	0,4	0,4
Потребность в ресурсах	0,2	5	2	3	3	1	0,4	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности									
Конкурентоспособность продукта	0,1	3	5	3	4	0,3	0,5	0,3	0,4
Послепродажное сопровождение	0,15	4	5	4	3	0,6	0,75	0,6	0,45
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	5	5	0,5	0,5	0,5	0,5
Итого	1					4,3	3,8	3,8	3,75

Исходя из анализа технических решений и сравнения их с конкурентами, был сделан вывод, что разработка имеет как преимущества, так

и недостатки перед конкурентами. Однако проект выигрывает в отношении эффективности к потребляемым ресурсам.

4.1.3 Анализ по технологии QuaD

Технология QuaD представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке. Каждый показатель оценивается экспертным путем по столбальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

В таблице 2 представлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок.

Таблица 2 – Результаты Quad – анализа

Факторы оценки	Вес фактора	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Понятность интерфейса	0.1	76	100	0.76	0.076
Правильность объяснения принципов машинного обучения	0.03	64	100	0.64	0.0192
Дизайн	0.06	60	100	0.6	0.036
Быстродействие	0.15	80	100	0.8	0.12
Потребность в ресурсах	0.06	58	100	0.58	0.0348
Время прохождения и реиграбельность	0.1	70	100	0.7	0.07
Разнообразие методов машинного обучения	0.06	45	100	0.45	0.027
Конкурентоспособность	0.02	20	100	0.2	0.004
Доступность обучения для ЦА	0.035	68	100	0.68	0.0238
Перспективность рынка	0.035	57	100	0.57	0.01995
Соге-геймплей	0.11	95	100	0.95	0.1045
Вовлекаемость геймплея	0.24	98	100	0.98	0.2352
Итого	1	791	1200	7.91	0.77045

Для того чтобы выполнить оценку конкурентоспособности по технологии QUAD нужно сначала подобрать факторы конкурентоспособности (минимум 12), по которым будет выполняться оценка. Далее необходимо определить вес каждого конкретного фактора экспертным путем. Веса факторов в сумме должны составлять 1. Далее следует экспертным путем оценить каждый конкретный фактор по 100-балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. После нужно произвести расчеты относительного значения и средневзвешенного значения. Средневзвешенное значение позволяет судить о перспективности разработки. Если значение показателя получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 59 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Таким образом было определено что перспективы данного проекта выше среднего, и он способен конкурировать с другими аналогичными проектами.

4.1.4 SWOT-анализ

В ходе проведения SWOT анализа были выявлены сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы. Результат SWOT-анализа представлен в Таблице 3.

Таблица 3 – Результаты SWOT – анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Масштабируемость проекта. С2. Цели создания проекта направлены не на получение прибыли, а на обучение создания игр и развитие собственного портфолио. С3. Малая стоимость разработки проекта.	Слабые стороны проекта: Сл1. Присутствие только на одной платформе — Android. Сл2. Необходимость большего человеческого ресурса для конкурентного развития проекта. Сл3. Отсутствие пиар-компании проекта. Сл4. Отсутствие финансовой поддержки проекта.
Возможности: В1. Малое количество прямых конкурентов на рынке. В2. ЦА не занята конкурентами, т.к. они имеют более взрослую ЦА.	С1-В2. После масштабирования можно привлечь большую часть возможной целевой аудитории.	Сл3-В1, В2. Ввиду малого количества прямых конкурентов, менее необходима качественная пиар-компания.
Угрозы: У1. Отказ в пользу конкурентов. У2. Малая заинтересованность игроков в проектах подобного жанра. У3. Критика упрощений научных концепций в игре в угоду понимания целевой аудиторией.	С1-У3. После масштабирования можно углублённое поработать над обучающей частью проекта и избежать или преуменьшить критику.	Сл1-У1. Часть ЦА может предпочесть конкурентов ввиду их наличия на других платформах. Сл4-У2, ввиду малой целевой аудитории, готовой сразу опробовать игру, финансирование будет крайне сложно найти.

Таким образом, по результатам SWOT – анализа можно заключить, что данный проект имеет право на существование, но нужно быть готовым к критике и конкурентам, пускай и немногочисленным.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Важным этапом проведения научно-исследовательских работ является необходимость планирования работ, определение перечня работ,

распределение времени работ между всеми исполнителями проекта. Исполнителями проекта являются студент и научный руководитель.

В Таблице 4 представлен перечень этапов и работ, а также распределение исполнителей по данным видам работ в рамках проводимого научно-исследовательского проекта.

Таблица 4 – Список работ по проекту

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, инженер
	2	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Аналитический обзор	3	Подбор и изучение литературы по теме	Инженер
	4	Выбор инструментов разработки	Инженер
Проектирование системы	5	Продумывание геймдизайна игры	Инженер
	6	Разработка прототипов игровых механик	Инженер
Реализация и тестирование	7	Доведение механик до MVP-версии	Инженер
	8	Поиск неисправностей в игре	Инженер
	9	Исправление неисправностей	Инженер
Оценка результатов и оформление отчетности	10	Согласование выполненной работы	Руководитель, инженер
	11	Оценка результатов	Руководитель, инженер
	12	Оформление пояснительной записки и необходимой документации	Руководитель, инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы на чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

По формуле, представленной ниже, исходя из ожидаемой трудоемкости работ определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{p i} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где $T_{p i}$ – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным графиком проведения научных работ является горизонтальный ленточный график в форме диаграммы Ганта.

Планирование проекта направлено на разработку плана проекта, в котором определены все действия, необходимые для осуществления проекта. План проекта необходим для координации деятельности всех участников проекта. Он описывает, что, кто, как и когда будет делать. Необходимо определить действия, и ответственных за их выполнение. Для каждой операции необходимо определить ресурсы для их выполнения.

Перевод длительности каждого из этапов работ из рабочих дней в календарные дни ведется по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю (для шестидневной рабочей недели) в 2021 году 365 календарных дней, из них 66 дней – выходные и праздничные дни. Таким образом, согласно формуле 6 коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Временные показатели научного исследования

№	Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни			Загрузка исполнителей	Длительность работ	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}		T _{pi}	T _{ki}
1	Составление и утверждение технического задания	3	5	3,8	Р - 80%	3,04	4
					И - 20%	0,76	1
2	Календарное планирование работ по теме	2	4	2,8	Р - 50%	1,4	2
					И - 50%	1,4	2
3	Подбор и изучение литературы по теме	10	15	12	И - 100%	12	15
4	Выбор инструментов разработки	4	7	5,2	И - 100%	5,2	6
5	Продумывание геймдизайна игры	10	14	11,6	И - 100%	11,6	14
6	Разработка прототипов игровых механик	8	12	9,6	И - 100%	9,6	12
7	Доведение механик до MVP-версии	12	15	13,2	И - 100%	13,2	16
8	Поиск неисправностей в игре	5	8	6,2	И - 100%	6,2	8
9	Исправление неисправностей	6	8	6,8	И - 100%	6,8	8
10	Согласование выполненной работы	3	5	3,8	Р - 80%	3,04	4
					И - 20%	0,76	1
11	Оценка результатов	3	5	3,8	Р - 60%	2,28	3
					И - 40%	1,52	2
12	Оформление пояснительной записки и необходимой документации	6	10	7,6	И - 100%	7,6	9
Итого					Руководитель	10,52	13
					Инженер	75,88	94

Р – научный руководитель; И – инженер-программист.

На основе таблицы 5 построен календарный план-график исследования (диаграмма Ганта), представленный в таблице 6.

Таблица 6 - Линейный график работ

№	Исполнитель	T _{ki}	Продолжительность выполнения работ											
			февраль			март			апрель			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	И	1			■									
	Р	3			■									
2	И	2			■									
	Р	2			■									
3	И	11			■	■	■							
4	И	6				■	■							
5	И	9					■	■	■					
6	И	8						■	■	■				
7	И	31							■	■	■			
8	И	8								■	■	■		
9	И	8										■	■	■
10	И	1											■	
	Р	3											■	■
11	И	2											■	
	Р	2											■	■
12	И	10												■

По итогу составления таблицы и графика Ганта стали более очевидны задачи, с которыми придется столкнуться во время выполнения проекта. График дал представление о соизмеримости различных задач, в будущем знание задач и осознание размер задач относительно друг друга может быть полезным при, например, корректировке планов.

4.3 Бюджет научно-технического исследования

4.3.1 Состав бюджета исследования

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материальные затраты;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные расходы;
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.3.2 Расчет материальных затрат

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum \Pi_i \cdot N_{\text{расх } i}, \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх } i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 7 – материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Цена, руб.
Пачка бумаги А4 500 листов	шт.	1	350	367,5
Картридж для принтера hp laserjet 1010	шт.	1	450	472,5
Ручка синяя	шт.	1	45	47,25
Итого				887,25

4.3.3 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле 7, учитывающей, что в 2021 году 299 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 25 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{25} \quad (7)$$

где МО – величина месячных окладов.

Для учета премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующие коэффициенты:

Коэффициентов премий:

$$K_{\text{ПР}} = 1,1$$

Коэффициентов дополнительной заработной платы:

$$K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$$

Районный Коэффициент:

$$K_p = 1,3$$

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент

$$K_{\text{И}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$$

Таблица 8 – Затраты на заработную плату

Должность	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
Научный руководитель	33 664	1 346, 56	11	1,699	25 165
Инженер	8 014	320,56	76	1,699	41 319
Итого:					66 484

4.3.4 Расчет отчислений во внебюджетные фонды (страховых отчислений)

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, формула 8.

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3, \quad (8)$$

Где, $C_{\text{соц}}$ – затраты на социальный налог;

Основываясь на формуле 8, рассчитаем затраты на ЕСН

$$C_{\text{соц}} = 66\,484 \cdot 0,3 = 19\,945,2 \text{ руб.}$$

4.3.5 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * \text{ЦЭ} \quad (9)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

ЦЭ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для Томского политехнического университета ЦЭ = 6,59 руб./кВт·час (с учетом НДС).

Время работы оборудования, определяется по формуле

$$t_{об} = T_{рд} \cdot K_t \quad (10)$$

где $T_{рд}$ – трудоемкость работ, из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов;

$K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к ТРД, определяется исполнителем самостоятельно.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле

$$P_{об} = P_{ном} \cdot K_c \quad (11)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности.

Для технологического оборудования малой мощности $K_c = 1$.

Таблица 9 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$, руб
Ноутбук	608 * 0,9	0,065	35,57
Итого:			35,57

4.3.6 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_A \cdot C_{\text{об}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_{\text{д}}} \quad (12)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{об}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования.

$$N_A = \frac{1}{2,5} = 0,4$$

При шестидневной рабочей неделе $F_{\text{д}} = 299 \cdot 8 = 2392$ часа, отсюда рассчитаем амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

$$C_{\text{ам}} = \frac{0,4 \cdot 65000 \cdot 608 \cdot 1}{2392} = 6\,608,7 \text{ руб.}$$

4.3.7 Расчет прочих расходов

В статью «Прочие расходы» включены расходы, которые не учтены в предыдущих статьях и составляют 10% от суммы всех предыдущих расходов

$$\begin{aligned} C_{\text{проч}} &= (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 \\ &= (887,25 + 66\,484 + 19\,945,2 + 35,57 + 6\,608,7) \cdot 0,1 \\ &= 9\,399 \text{ руб} \end{aligned}$$

4.3.8 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта:

Таблица 10 – схема затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	887,25
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	66 484
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	19 945,2
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл}}$	35,57
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	6 608,7
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	9 399
Итого:		103 356,8

4.4 Общий вывод по разделу

В целом данные, полученные при анализе оценочной карты QuaD, позволяют сделать вывод, что разработка проекта является перспективной.

Также была распланирована структура работ проекта и определены ответственные должности для их выполнения. В соответствии с назначенными работами была рассчитана их трудоемкость и составлен график работ. Общая длительность проектирования и разработки программного продукта составила 94 дня.

Общий бюджет составил 103 356,8 рублей. Он включает в себя затраты на основную и дополнительную заработную плату работников, материальные затраты, отчисления на внебюджетные фонды и накладные расходы.

5. Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.

Трудовые отношения между работодателем и работником регулируются с помощью законодательного акта "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.05.2021). Это регулирование помогает найти баланс в вопросах, связанных с организацией труда, управлением трудом, заработной платой, трудовыми спорами и т.д. Ниже приведены его наиболее важные для соблюдения фрагменты:

- Нормальная продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю.
- В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Правилами внутреннего трудового распорядка может быть установлена отмена перерыва, если установленная для работника продолжительность ежедневной работы (смены) не превышает четырех часов (в ред. Федерального закона от 18.06.2017 N 125-ФЗ).
- Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых).

5.1.2 Мероприятия по планировке рабочего места

Разработка игры от начала и до конца велась в одном помещении — аудитории общей площадью 28 квадратных метров. Днем работа проводилась с использованием солнца — естественного источника освещения, утром и вечером помещение освещалась 3 светодиодными лампами по 13 Вт мощности в каждой, что эквивалентно 100 Вт ламп накаливания. Помещение оборудовано большим компьютерным столом и компьютерным стулом стандартного размера. Кресло может вращаться на 360 градусов по горизонтали и оборудовано 5 пластиковыми колесами диаметром по 55 мм

каждое. С целью минимизации воздействия вредных факторов на автора игры при ее создании, рабочее место должно быть организовано с учетом требований ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

Ниже приведены наиболее важные для соблюдения фрагменты стандарта:

- При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук.
- Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.
- В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.
- Подвижность кресла относительно пола или другой поверхности, на которой оно установлено, может не ограничиваться. В случае необходимости обеспечения строго определенного положения человека-оператора по отношению к средствам отображения информации и органам управления, а также в случае, если трудовая деятельность человека-оператора сопряжена с силовыми и резкими движениями, кресло должно быть фиксировано. При этом, в зависимости от характера трудовой деятельности оператора, должна быть обеспечена возможность изменения положения кресла или сиденья в горизонтальной плоскости с фиксацией его в нужном положении. При необходимости подвижность кресла должна задаваться также вращением кресла на 180-360° вокруг вертикальной оси опорной конструкции кресла с фиксацией в нужном положении.
- Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитноцифровых знаков и символов.

Автором были соблюдены все требования ГОСТ 12.2.032-78. Во время выполнения выпускной квалификационной работы не происходило случаев, несущих в себе угрозу для здоровья и жизни, а также предоставления опасности для окружающей среды.

5.2 Производственная безопасность

В данном подразделе производится анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на одном из этапов выполнения работ по созданию проекта.

Отказ от рассмотрения химических и шумовых факторов обусловлен незначительностью их наличия на рабочем месте или их полным отсутствием.

Таблица 11 – Возможные опасные и вредные факторы

b. Этапы работ		с. Факторы	е. Нормативные документы
f. Проекты	h. Разра	d. (ГОСТ	
g. рование	i. ботка	12.0.003-2015)	
j. +	k. +	1. Отклонение показателей микроклимата	1. СанПиН 2.2.4.548-96 гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [28]
l. +	m. +	1. Отсутствие или недостаток естественного света	2. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение [29]
n. +	o. +	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	3. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов [30]
p. +	q. +	1. Повышенный уровень электромагнитных излучений	4. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-

r. +	s. +	1. Умственное перенапряжение	эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [32] 5. ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности [33] 6. ГОСТ ИЕС 612-7-2014 Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток [34]
t. +	u. +	1. Удар электрическим током	
v. +	w. +	1. Короткое замыкание	

5.2.1 Анализ выявленных факторов

Представленные выше производственные факторы оказывают негативное влияние на организм человека, поэтому необходимо знать о допустимых нормах их воздействия. Данные о влиянии и допустимых нормах опасных и вредных факторов представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Влияние выявленных факторов

Фактор	Источник	Воздействие	Допустимые нормы
Отклонение показателей микроклимата	Отсутствие кондиционеров	Вялость, усталость, сниженная концентрация	Таблица 13
Отсутствие или недостаток естественного света	Периодическая необходимость работы за ЭВМ в ночное время	Ухудшение зрения, усталость глаз	КЕО не ниже 1,2 %-1,5 %
Недостаточная освещенность рабочей зоны	Недостаточная мощность осветительных приборов	Ухудшение зрения, усталость глаз	Освещенность на рабочей поверхности от системы общего искусственного освещения 200-300 лк.

Повышенный уровень электромагнитных излучений	Компоненты персональных компьютеров и ноутбуков	Возможно возникновение рака	Напряженность электростатического поля не более 20 кВ/м
Умственное перенапряжение	Умственная работа	Апатия, вялость, усталость, снижение концентрации	Работа не более 8 часов в день + обед в 1 час. Еженедельные выходные.
Удар электрическим током	ЭВМ и периферия	Ожоги, разрывы мышц, поражение мозга, возможна остановка сердца, дыхания	Проведение первичного инструктажа во время приема на работу и затем подтверждать его ежегодно
Короткое замыкание	Поломка компонентов ЭВМ и нестабильность электросети	Поломка ЭВМ, потеря данных, стресс из-за потерянного проекта	Общая мощность электроприборов не превышает расчетную мощность каждой линии электросети.

Ввиду того, что норма микроклимата — плавающий параметр и зависит от множества параметров, допустимые величины показателей микроклимата вынесены в таблицу 13.

Таблица 13 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Относительная влажность воздуха, %
Холодный	20,0-21,9	19,0-26,0	15-75	0,1
Теплый	21,0-22,9	20,0-29,0		

5.2.2 Определение мероприятий по уменьшению вреда от воздействия выявленных факторов

Чтобы уменьшить воздействие вредных факторов, описанных в таблице 2, необходимо обеспечивать определенные мероприятия как при планировании правильного обустройства рабочего помещения, так и в процессе работы. Таблица 14 описывает некоторые мероприятия, позволяющий уменьшить вред выявленных факторов.

Таблица 14 – Определение мероприятий по снижению воздействия вредных факторов

Факторы	Мероприятия по снижению воздействия
Поддержание микроклимата	Обеспечение помещения системами обогрева, вентилирования, увлажнения
	Защита от солнца: шторы, жалюзи, навесы
	Правильное размещения рабочих мест
	Влажная уборка
Плохая освещенность	Своевременная чистка стекол окон и осветительных приборов
	Ремонт помещения в светлых тонах
	Установка более мощных ламп в правильных местах
Повышенный уровень электромагнитный излучений	Использовать ЖК-экран
	Располагать монитор в углу помещения – стены поглощают излучение
	Выключать компьютер в перерывах между работой
	Сокращать время за компьютером
Умственное перенапряжение	Работа не более 8 часов в день
	Работа итерационно, прерываясь на небольшой отдых каждый час
	Выходные каждую неделю
Удар электрическим током	Ежегодная проверка компонентов ЭВМ на поломки
	Изменить влажность воздуха в соответствии с нормами микроклимата
	Проверить заземление розеток

Короткое замыкание	Общая мощность электроприборов не превышает расчетную мощность каждой линии электросети.
	ЭВМ и периферия подключены к сетевому фильтру с защитой от короткого замыкания
	ЭВМ подключена к устройству бесперебойного питания

В ходе разработки игры, автор проекта следил за выполнением мероприятий, описанных в таблице 4 и тем самым, ограничивал вредность факторов рабочей среды.

5.3 Экологическая безопасность

Выполнение поставленного проекта требует использование ноутбука и малочисленной периферии — все это не выбрасывает в окружающую среду каких-либо вредных веществ.

Однако, производство данной электротехники, ее утилизация и утилизация канцелярских принадлежностей и бумаги — факторы, отрицательно влияющие на экологическую безопасность на планете Земля.

5.3.1 Производство и утилизация техники и комплектующих

Производство и утилизация современных вычислительных устройств составляют серьезную проблему: текстолит, используемый при производстве микросхем, имеющих срок разложения более тысячи лет.

Кроме того, при производстве вредные вещества не редко попадают в водоемы. Неочищенные стоки сливаются непосредственно в водоёмы и содержат ряд ядовитых химических соединений, тяжёлые металлы, а иногда и радиоактивные компоненты.

Бытовой мусор и канцелярские принадлежности при неверной утилизации затрудняет циркуляцию воды и разлагаясь отравляет водоёмы

5.3.2 Нормы экологической безопасности

У офиса должен быть заключен договор на вывоз и утилизацию отходов.

Нельзя складировать и вывозить совместно твердые коммунальные отходы, организованные в процессе жизнедеятельности, и отходы оргтехники.

Макулатура не подлежит захоронению, поскольку является вторичным материальным ресурсом, т.е. может быть использована повторно.

Вывоз отходов на утилизацию и захоронение должен быть подтвержден документально, иначе отходы будут рассматриваться проверяющими как несанкционированные.

В офисе должен быть организован учет образования и движения отходов.

5.3.3 Мероприятия по сохранению экологической безопасности

Мероприятия, позволяющие сохранять экологическую безопасность, находясь на своем рабочем месте:

- Правильная утилизация персональных компьютеров и ноутбуков, а также их комплектующих;
- Использование энергосберегающих ламп;
- Использование аккумуляторов вместо солевых батареек;
- Своевременное отключение неиспользуемых электроприборов.
- Проведение экологического аудита

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Создание проекта проходило в учебной аудитории ТПУ. Возможен следующий список ЧС:

- Пожар,
- Наводнение,
- Землетрясение
- Террористический акт
- Пандемия

Наиболее вероятное чрезвычайное происшествие — это пожар в здании.

5.4.1 Пожар

Основными причинами пожара являются: короткое замыкание, перегрузка сети, большое переходное сопротивление, искрение и т.д.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие **нормы пожарной безопасности** [30]:

- для предохранения сети от перегрузок запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;
- работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- установить количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
- обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям. Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах;
- отличный вариант для предотвращения возгорания.

Главное во время пожара – не поддаваться панике и действовать согласно **правилам поведения** в подобной чрезвычайной ситуации:

1. Вызовите пожарную охрану, сообщив свой адрес, фамилию и номер телефона.
2. Отключите все электрооборудование, бытовые приборы, газ.
3. Закройте (или не открывайте) двери и окна, свободный доступ кислорода только усилит огонь.
4. Если пламя еще небольшое, попытайтесь его погасить своими силами:
 - a. воспользовавшись огнетушителем;
 - b. накрыв очаг плотной тканью (шторы, одеяло);
 - c. засыпав очаг землей или песком;
 - d. залив очаг водой.
5. В случае неудавшегося тушения, срочно эвакуироваться из помещения (здания). При этом не пользоваться лифтом! По вентиляционным и лифтовым шахтам огонь распространяется с огромной скоростью – десятки метров в секунду. По возможности используйте запасные пожарные лестницы и выходы.

5.5 Вывод по разделу

Деятельность по разработке игры средствами ноутбука в аудитории, оборудованной для подобной деятельности, соответствует всем заявленным нормам безопасности жизнедеятельности.

Рабочее место соответствует указанным стандартам, а также санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам.

Стоит также отметить, что автор проекта готов к вероятным чрезвычайным ситуациям.

Вывод

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана игр-головоломка, направленная на изучение и пропагандирования машинного обучения.

Изначально было необходимо изучить и проанализировать предметную область — машинное обучение. Это было сделано в рамках УИРС, где выбранные темы были тесно связаны с данной предметной областью.

Перед началом разработки было важно выбрать инструментарий — игровой движок. В ходе сравнения характеристик и особенностей выбор пал на Unity, как самый удобный и функциональный.

После выбора инструментарий пришел черед проектирования — разработки игрового дизайна. Были продуманы механики, UI и UX, связь геймплея с предметной областью.

Параллельно с проектированием разрабатывались различные прототипы, которые помогали видеть придуманные механики «вживую», что позволяло получать фидбек.

Лучшие прототипы были использованы для разработки конечной MVP-версии игры.

Список литературы

1. Unity (игровой движок) [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_\(игровой_движок\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(игровой_движок))
2. Unity. Лого [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/Unity_\(игровой_движок\)#/media/Файл:Unity_Technologies_logo.svg](https://ru.wikipedia.org/Unity_(игровой_движок)#/media/Файл:Unity_Technologies_logo.svg)
3. Unity. Тарифный план [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://store.unity.com/ru/compare-plans>
4. Игровой ассет [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой_ассет
5. Unity. Магазин ассетов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://assetstore.unity.com/>
6. Unity. Внутренние курсы [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://unity.com/ru/learn>
7. Unity. Документация [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
8. Unreal Engine [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine
9. Unreal Engine. Лого [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine#/media/Файл:Unreal_Engine_logo_and_wordmark.png
10. Unreal Engine. Роялти [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.unrealengine.com/en-US/faq>

11. Unreal Engine. Магазин ассетов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/store>
12. Unreal Engine. Ежемесячная раздача ассетов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vgtimes.ru/news/69923-halyava-ezhemesyachnaya-razdacha-assetov-dlya-unreal-engine-4-sentyabr-2020.html>
13. Unreal Engine. Внутренние курсы [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.unrealengine.com/en-US/onlinelearning-courses>
14. Unreal Engine. Документация [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://docs.unrealengine.com/en-US/index.html>
15. Unity стандарт мобильной разработке, не Unreal Engine [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ue4daily.com/blog/growfall-games>
16. GameMaker: Studio [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/GameMaker:_Studio
17. GameMaker: Studio. Лого [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/GameMaker:_Studio#/media/Файл:GameMaker_Studio_2_logo.png
18. GameMaker: Studio. Магазин ассетов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://marketplace.yoyogames.com/>
19. GameMaker: Studio. Документация [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://manual-ru.yoyogames.com/#t=Setting_Up_And_Version_Information%2FLicencing_Information.htm
20. GameMaker: Studio. Выбор продукта [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.yoyogames.com/ru/get>

21. Godot [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Godot>
22. Godot. Лого [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Godot#/media/Файл:Godot_logo.svg
23. Godot Engine получил грант на \$120 тыс. от российской студии Kefir [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://app2top.ru/investitsii/godot-engine-poluchil-grant-na-120-ty-s-ot-rossijskoj-studii-kefir-181387.html>
24. Open Source игровой движок Godot получил Mega Grant от Epic Games в размере 250 тысяч долларов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://dtf.ru/gamedev/99843-open-source-igrovoy-dvizhok-godot-poluchil-mega-grant-ot-epic-games-v-razmere-250-tysyach-dollarov>
25. Godot. Patreon [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.patreon.com/godotengine>
26. Godot Engine плюсы и минусы игрового движка [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=8SFRc2N46oI>
27. Godot. Магазин ассетов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://godotengine.org/asset-library/asset>
28. СанПиН 2.2.4548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 16.06.2021).
29. СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения: 17.06.2021).

30. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865556> (дата обращения: 18.06.2021).
31. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 18.06.2021).
32. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/71462000/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 21.06.21)
33. ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008440> (дата обращения: 21.06.21)
34. ГОСТ ИЕС 612-7-2014 «Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293767/4293767195.pdf> (дата обращения: 21.06.21)