

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет
«Вычислительная техника»
(наименование)

Кафедра
«Системы автоматизированного проектирования»
(наименование)

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
(код и наименование)

Профиль

Системы автоматизированного проектирования
(наименование)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА
на тему:

Бизнес-проект «VR детектор эмоций». Разработка виртуального окружения
и автоматизированной аналитики поведения пользователя

Студент


(подпись, дата)

Привалов А.Э.
(фамилия, инициалы)

Руководитель


(подпись, дата)

Бурукина И.П.
(фамилия, инициалы)

Ведущий контролёр

проф. каф. САПР ПГУ
(должность, место работы)


(подпись, дата)

Бождай А.С.
(фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите

Защита кафедрой


(подпись)

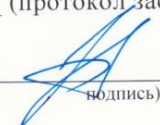
Бершадский А.М.
(фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой

ОТН

(протокол заседания ГЭК от 20.06.23 № 2)

Секретарь ГЭК


(подпись)

Финогеев А.А.
(фамилия, инициалы)

Пенза 2023

УТВЕРЖДАЮ

Зав. Кафедры САПР

А. М. Бершадский
« » 20 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

1. Студент гр. 19BBS1 факультета ФВТ направление 09.03.01
Привалов Андрей Эдуардович
(фамилия, имя, отчество)
 2. Руководитель ВКР доцент кафедры САПР ПГУ
Бурукина Ирина Петровна
(Должность и место работы)
(фамилия, имя, отчество)
 3. Время выполнения бакалаврской работы с г. 06.02.2023 по г. 27.05.2023
 4. Тема бакалаврской работы Бизнес-проект "VR детектор эмоций". Разработка
виртуального окружения и автоматизированной
аналитики поведения пользователя»
- Тема утверждена приказом ПГУ № от

5. Задание на бакалаврскую работу: предмет и назначение разработки, функциональные, программные, технические требования и т.п.

Назначение: VR-приложение предназначено для погружения человека в состояние переживания определённых эмоций с целью анализа поведения, развития эмоционального интеллекта и повышения эффективности психологической помощи.

Основные функции:

- а) Воздействие на пользователя с целью вызвать определённую эмоцию
- б) Сбор данных о поведении пользователя в рамках виртуальной реальности
- в) Визуализация собранных данных для анализа специалистом

Технологии: Unity3d, C#

Базы данных: Scriptable Object

6. Содержание пояснительной записки бакалаврской работы: перечень подлежащих разработке, расчетов, обоснований, описаний

- 1) Анализ предметной области _____
- 2) Обоснование выбора средств разработки _____
- 3) Проектирование системы _____
- 4) Реализация системы _____

7. Календарный график выполнения бакалаврской работы

Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1) Анализ предметной области и обоснование средств разработки	10%		<i>В.М.</i>
2) Проектирование	35%		<i>В.М.</i>
3) Реализация	40%		<i>В.М.</i>
4) Оформление ПЗ	10%		<i>В.М.</i>
5) Нормоконтроль	5%		<i>В.М.</i>

Дата выдачи задания

«__» _____ 20__

Руководитель бакалаврской работы

В.М.

Будунин И. И.
(фамилия, имя, отчество)

Задание к исполнению принял

Т.М.

«__» _____ 20__

Студент

Трифонов А.Э.
(фамилия, имя, отчество)

Бакалаврскую работу к защите допустить

Декан ФВТ

Л.Р. Фионова

13.06.2023

/ Л.Р. Фионова

(Подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 71 листов, 14 иллюстраций, 7 таблиц, 23 литературных источника, 2 приложения.

VR-ПРИЛОЖЕНИЕ, UNITY3D, ТРЁХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, П, СОЗДАНИЕ МАТЕРИАЛОВ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ, ПСИХОЛОГИЯ, КОГНИТИВНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ.

Объектом разработки является VR-приложение для погружения пользователя в состояние переживания определённых эмоций с целью повышения эффективности психологической помощи, анализа поведения и развития когнитивного интеллекта.

Для достижения поставленной цели будут решены следующие задачи: анализированы существующие аналоги, изучены принципы разработки VR-приложений на базе мультиплатформенной среды разработки Unity3D, проектированы пользовательский интерфейс и система управления, проектировано и создано виртуальное окружение, реализованы механики взаимодействия пользователя с виртуальным миром, разработана система сбора данных.

В результате разработано VR-приложение «VR-детектор эмоций» с системой сбора данных о поведении пользователя.

Игра разработана в среде разработки Microsoft Visual Studio 2022. Программа написана на языке C# на платформе Unity3D. Модели для виртуального окружения созданы в редакторе трёхмерной графики Cinema4D.

			ВКР.090301.08 23 81 01		
№ докум	Подпись	Дата	Бизнес-проект «VR детектор...» (см. титульный лист)	Литера	Лист
Григорьев А.Э.					4
Бурукина И.П.			Пояснительная записка	гр.19ВВС1	
Бождай А.С.		05.06.23			
Бершадский Д.А.					

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Анализ предметной области	11
1.1 Описание проекта «VR-детектор эмоций».....	12
1.2 Формирование решения.....	29
1.2 Сравнение аналогов	30
2 Обоснование выбора средств разработки.....	35
2.1 Описание Unity3D	35
2.2 Обоснование выбора языка программирования	36
2.3 Описание Microsoft Visual Studio	37
2.4 Описание Cinema 4D	38
3 Проектирование системы	40
3.1 Варианты использования системы.....	41
3.2 Основные классы приложения	42
3.3 Проектирование базы данных	44
3.4 Пользовательский интерфейс	45
3.5 Трёхмерное моделирование.....	48
3.6 Разработка текстур и материалов.....	54
4 Реализация системы	58
4.1 Главное меню	58
4.2 Демонстрационный уровень.....	59
4.3 Сбор данных	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	65
ПРИЛОЖЕНИЕ А ДИАГРАММА КЛАССОВ	68
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ЛИСТИНГ	69

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире виртуальная и дополненная реальность стали одними из самых прорывных технологий. Они являются востребованными во многих сферах – наука, образование, маркетинг, развлечения, медицина и многое другое, открывают для пользователей новый мир с неограниченными возможностями, а именно интерактивность, зрелищность и наглядность. И несмотря на то, что это относительно новые технологии, их внедрение в организациях по всему миру стало широко распространяться, так как их потенциал становится все больше и больше с каждой новой разработкой. В ответ на это на мировом и российском рынках появляются новые компании, предлагающие продукты и решения на базе технологий виртуальной и дополненной реальности.

В данной работе представлены результаты работы на стартап-проектом «VR-детектор эмоций», который был разработан командой студентов ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Целью стартап-проекта было разработать уникальное модульное виртуальное приложения (VR-приложение) для персональных компьютеров – «VR-детектор эмоций». Данный программный продукт может использоваться как для самостоятельного изучения и понимания собственных эмоций и чувств физическими лицами, так и для работы профессиональных психологов с целью тестирования и проработки эмоций, тренировки эмоционального интеллекта и будет реализовываться на рынках B2C и B2B. Проблема, которую решает модульное приложение «VR-детектор эмоций» - низкий уровень эмоционального интеллекта современного человека. Проблема решается через знакомство и понимание причин возникновения своих эмоций, принятие эмоций и проживание их без ущерба для себя и окружающих.

На данном этапе проработана идея создания «VR-детектора эмоций», основанного на использовании современных VR-технологий, разработана концепция VR-детектора эмоций и план реализации каждого модуля, разработан бизнес-план проекта, планируется зарегистрировать и открыть предприятие для

					ВКР.090301.XX 23 81 01	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

реализации проекта. Результатом реализации проекта станет разработка готового модульного VR-приложения для персональных компьютеров «VR-детектор эмоций» и вывод его на рынок.

В данной работе необходимо разработать VR-приложение для погружения пользователя в состояние переживания определённых эмоций с целью анализа поведения, развития эмоционального интеллекта и повышения эффективности психологической помощи.

Главные задачи приложения «VR-детектор эмоций»: достигнуть достаточной степени иммерсивности, обеспечить фиксацию и обработку полного набора анализируемых параметров, заложить функциональную базу для расширения и гибкой настройки системы уровней.

VR-приложение должно обеспечивать понятное взаимодействие с виртуальным окружением, приближённое к манипуляциям привычными объектами реального мира. Виртуальное окружение должно быть привлекательным и комфортным для пользователя, если обратного не требует задача уровня.

Процесс взаимодействия с приложением должен делиться на 2 части: подготовительная и прохождение уровня. Подготовительный должен быть представлен главным меню в формате виртуальной комнаты с информационными панелями, с помощью которых можно выбрать уровень для прохождения, и изучить данные о прошлых сеансах. Прохождение уровня должно представлять собой непосредственное взаимодействие пользователя с смоделированным окружением. В рамках каждого уровня должна быть поставлена несложная задача, решая которую, пользователь должен переживать конкретную эмоцию.

В приложении должна быть реализована модульная система сбора аналитики, которая позволит реализовывать и настраивать уровни с различным набором собираемых данных.

Необходимо разработать 3 функциональных модуля для сбора данных: таймер для отсчёта точек во времени по срабатыванию триггера, датчик динамики прохождения уровня, анализатор направления взгляда. Важно спроектировать такую систему функциональных модулей, чтобы они были универсальными и взаимозаменяемыми в рамках всех уровней.

Для демонстрации общих принципов взаимодействия с виртуальным окружением и механизмов работы с данными необходимо разработать демонстрационный уровень «Прогулка над пропастью», посвящённый страху высоты, в котором будет отслеживаться время и динамика прохождения, направление взгляда. При этом в приложении обязательно должна быть заложена возможность в любой момент остановить прохождение.

Для выбора уровня и анализа прошедших сеансов необходимо разработать панель управления, состоящую из трёх разделов: доступные уровни, история сеансов, подробная информация о сеансе.

1 Анализ предметной области

В 2019 году из-за ряда мировых событий начался резкий рост потребности в психологической помощи. Этот рост продолжается и сейчас. Так за последний год число обращений к психологам и психотерапевтам выросло в 7 раз [1]. По другим данным востребованность специалистов психологов в 2022 году выросла на 62,87% по сравнению с 2021 годом [2]. При этом темпы роста остаются высокими: с декабря 2022 по январь 2023 рост востребованности специалистов составил 15% [3].

Рост спроса основан на реальном ухудшении самочувствия населения. Например, опрос сотрудников ряда компаний показал, что каждый четвёртый мужчина (24%) и каждая третья женщина (30%) испытывают панические атаки по причине эмоционального выгорания на работе [4].

Нагрузка на психологические службы становится все больше, и помощь требуется как психологам, так и людям, которые не могут к ним попасть.

Сопутствующим и отягчающим расстройством является алекситимия – состояние, когда человек не может отреагировать свои чувства. Она встречается у 15% населения. Среди молодежи алекситимия особенно распространена, что делает их крайне уязвимыми ко многим психологическим заболеваниям. Результаты исследования [5,6] по распространенности других расстройств у людей с алекситимией показали: 63% в нервной анорексии, 56% в булимии, от 45% до 50% в большом депрессивном расстройстве, 34% у панического расстройства, 28% у людей с социальной фобией и 50% у наркоманов.

Стоит отметить, что эмоции играют важную роль в нашей жизни. Они могут влиять на наше поведение, здоровье и социальную жизнь. Понимание эмоций и умение управлять ими – важный навык, особенно для людей с психологическими проблемами.

					ВКР.090301.XX 23 81 01	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

С развитием технологий молодежь все чаще общается посредством гаджетов. Меняется эмоциональная составляющая человеческого контакта. А компьютерные игры и другие цифровые развлечения заставляют людей «проживать» чужие жизни. Это приводит к потере собственной идентификации. В связи с этим страдает их эмоциональный интеллект, призванный определять эмоцию и управлять ею.

Наукой доказано [7], что эмоциональный интеллект можно тренировать. Этот навык помогает решать практические задачи и достигать поставленных целей в жизни и на работе.

Психологические тренинги, направленные на развитие эмоционального интеллекта и понимания своих чувств строятся на погружении человека в определённые ситуации. Среди современных технологий виртуальная реальность лучше всего справляется с данной задачей.

1.1 Описание проекта «VR-детектор эмоций»

VR-технологии положили начало своего развития довольно давно и быстро нашли отклик у пользователей, предоставляя возможность уйти от действительности и погрузиться в современную виртуальную реальность. Современные виртуальные технологии позволяют расширить круг потенциальных потребителей, заинтересованных в идентификации и проработке собственных эмоций посредством VR-технологий.

За последние годы максимум продаж гарнитур виртуальной и дополненной реальности пришелся на 2021 г. Пандемийные ограничения спровоцировали интерес пользователей на развлечения в виртуальном мире. Окончание пандемии сказалось на снижении спроса на VR-устройства, т.к. изменилась структура потребления в сторону других продуктов. Лидером продаж виртуальной продукции на сегодняшний день является компания Meta (признана в России экстремистской организацией; деятельность на территории РФ запрещена) с

долей рынка в 80 %. Второе место с долей 10% занимает ByteDance. На сегодняшний день – это основные игроки в сегменте VR. Прогноз экспертов оптимистичен и в текущем 2023 г. ожидается увеличение мирового рынка AR/VR на 31,5 %, что составит 12,8 млн единиц.

Новые информационные технологии в таких сферах, как психология, эмоциональный интеллект, самопознание делают только первые шаги. Однако их востребованность очевидна. Ученый Стэнфордского университета провели исследование влияния 2D-формата и VR-технологии на эмоциональный интеллект и чувство эмпатии к людям. Тестируемых при помощи VR погружали в мир людей без определенного места жительства, после чего свыше 70 % испытуемых заявили о намерении участвовать в благотворительных мероприятиях, жертвовать одежду, еду и деньги. Это позволило ученым заявить о том, что современные VR-технологии имеют наибольшую иммерсивность по сравнению с другими технологиями и способствуют формированию чувства эмпатии по отношению к другому человеку. Результаты исследований могут стать основой для разработки VR-продуктов, формирующих и развивающих нужные качества у сотрудников, способствующие повышению уровня клиентского сервиса.

В РФ актуальными становятся отечественные разработки в этой области, которые уже тестируются и применяются в отдельных отечественных компаниях. Так, сотрудники компании «Сбер» могут почувствовать себя на месте своего потенциального пожилого клиента и осознать сложности, с которыми он сталкивается на пути к решению простых задач, например, при оплате квитанции жилищно-коммунальных услуг. Таким образом, сотрудники банковских отделений учатся лучше понимать потребности нуждающихся в особом подходе людей – инвалидов, пожилых, а также становятся более внимательными при обслуживании граждан. Проект уже не первый год используется в Корпоративном университете Сбера.

На сегодняшний день эффективность VR-технологий в психологии подтверждена данными медицины, нейропсихологии, когнитивной и социальной психологии. Одним из основных преимуществ виртуальной реальности является высокий уровень экологической валидности, т.е. степень соответствия условий эксперимента исследуемой реальности. Кроме этого, технология виртуальной среды позволяет использовать структуру фактора времени – «стрелы времени», погружая человека в короткий промежуток времени в его переживания «прошлого», «настоящего» и «будущего». Технология виртуальной реальности отличается от классических методик еще и тем, что она позволяет осуществлять полный контроль за вниманием наблюдателя. Среда VR программируется, что делает ее гибкой и позволяет пластично менять параметры виртуальных объектов и происходящих с ними событий. Таким образом, использование современных VR-технологий является очень актуальным, необходимым и своевременным нововведением, позволяющим сделать новый шаг в психологии.

Разработка приложения «VR-детектор эмоций» – это прекрасная возможность познакомить пользователей с направлениями проекта – психологией через IT-технологии. Данное приложение позволит человеку погрузиться в одну из представленных эмоций в виртуальном мире.

Стартап-проект модульное VR-приложение “VR-детектор эмоций” для персональных компьютеров создает ценность для физических лиц, профессиональных психологов и коммерческих компаний, предоставляя возможность самостоятельного изучения и понимания собственных эмоций и чувств, тестирования, проработки и тренировки эмоционального интеллекта (EQ) и использования приложения, как инструмента для эффективных собеседований.

В качестве целевого рынка потребителей продукта «VR-детектор эмоций» выступают:

1) Молодежь в возрасте от 18 до 25 лет, увлеченная компьютерными играми, общающаяся, в основном, в онлайн-формате, имеющая трудности в

налаживании коммуникаций, общении и имеющая доступ к оборудованию для взаимодействия с виртуальной реальностью.

2) Профессионалы-психологи, использующие современные практики развития эмоционального интеллекта, в т.ч. с использованием VR-технологий.

3) Коммерческие компании, тестирующие сотрудников при приеме на работу и организующие тренинги по развитию эмоционального интеллекта внутри компании.

Исходя из заявленных целевых аудиторий, данный проект направлен на:

- рынок *B2C* (бизнес для потребителя) – потребительский рынок – физических лиц, использующих программное обеспечение «VR-детектор эмоций» для познания себя, изучения и тренировки эмоционального интеллекта), проведения психологического самотестирования, повышения уровня психологической грамотности; акцент делается на развлекательной составляющей с образовательными целями и будет актуальным за счет изучения имеющихся шести уровней на начальном этапе развития и в дальнейшем добавления модульных уровней с новыми эмоциями.

- рынок *B2B* (бизнес для бизнеса) – современные практикующие психологи, использующие модульное приложение «VR-детектор эмоций» в качестве тренажера для психологических практик, и коммерческие организации, использующие модульное приложение «VR-детектор эмоций» для тестирования потенциальных сотрудников на эмоциональный интеллект при приеме на работу, а также тренингов по эмоциональному интеллекту ; акцент в работе с ними делается на углубление проработки эмоций на каждом из уровней и возможностью получать необходимые данные по реакциям организма (сердцебиение, давление, пульс, уровень стресса) на прохождение всех уровней VR-приложения “VR-детектор эмоций”.

Учитывая то, что «VR-детектор эмоций» будет виртуальным, географической привязанности к конкретной местности проект не имеет,

приложение может реализовываться на территории всей РФ, а в перспективе, при необходимой доработке – по всему миру.

Приложение «VR-детектор эмоций» позволяет решить проблему идентификации собственных эмоций и повышает информированность за счет эмоциональных переживаний. Благодаря погружению в виртуальную среду знакомство, проживание и принятие эмоций, понимание причин их возникновения пользователь не может нанести вреда для себя и окружающих. Формат подачи информации позволит реализующемуся приложению быть интересным для молодежи и людей, интересующихся современными технологиями. «VR-детектор эмоций» также может помочь решить часть проблем тем людям, которые по какой-то причине стесняются непосредственно обратиться к психологу.

Данное приложение позволит человеку погрузиться в одну из представленных эмоций в виртуальном мире. В первой версии планируется реализовать шесть эмоций, таких как: интерес, гнев, отвращение, удивление, страх, удовольствие. Погружение в виртуальный мир происходит за счет дополнительных технических приспособлений, таких как VR-шлем.

Приложение будет представлять набор уровней, объединенных общим управлением и принципами взаимодействия с виртуальным миром. Каждый уровень связан с конкретной эмоцией. В начале прохождения уровня будет интегрирована базовая теория о каждой эмоции и простейшие советы психолога, связанные с ней. Подача информации будет встроена в виртуальный мир для большего понимания, погружения и наглядности. Индивидуальных рекомендаций и диагностики не будет, так как данная информация без участия специалиста может негативно повлиять на психологическое состояние.

Предполагается возможность разработки нескольких уровней под каждую эмоцию, чтобы пользователи могли подобрать себе наиболее эффективное воздействие. Настройки приложения позволят сделать выбор варианта внутри какой-либо эмоции. Негативные эмоции (гнев, отвращение) будут иметь

градацию по степени воздействия, чтобы не травмировать пользователя. Для удобства пользователей наш специалист по психологии разработал несколько «экскурсий» – последовательностей уровней, которые спроектированы так, чтобы максимизировать эффект от приложения.

Основной продукт: пользователям будет предоставлен доступ к пробной демо-версии продукта «VR-детектор эмоций» с минимальным пакетом эмоций, в который входит одна эмоция – интерес, для того чтобы протестировать и понять, насколько сильно ему подходит данное приложение и побудить к покупке основного пакета уровней – комбо-пакета, состоящего из пяти эмоций – гнев, удивление, отвращение, страх и удовольствие, которая будет выпускаться на рынок B2C (в Пензенской области – 10 %, в РФ – 5 %). Продажа составляющего целостного данного продукта является основой ассортиментного перечня.

Дополнительный продукт: может применяться во многих направлениях (медицина, техника, экономика, искусство, туризм, безопасность и лингвистика), поэтому предлагается разработка индивидуальных модулей необходимой направленности, выполненных под конкретного заказчика. Так, в последующие годы будет создана PRO-версия мобильного приложения «VR-детектор эмоций» для профессионалов в области психологии и других областях с возможностью более глубокого и полного погружения в продукт и измерения важных реакций – показателей (пульс, давление, сердцебиение, уровень стресса).

Интерфейс приложения. При запуске приложения пользователь попадает в главное меню. С помощью него человек может произвести базовые настройки программы, выбрать доступный уровень или зайти в магазин, чтобы приобрести новые уровни. В коллекции уровней и в магазине доступна сортировка по эмоции, уровню воздействия и профессиональным направлениям. Выбрав уровень, человек попадает в созданное виртуальное пространство, где и происходит основное взаимодействие. Характеристики и наполнение данного пространства зависят от конкретного уровня. На большинстве уровней пользователь может перемещаться, взаимодействовать с объектами и получать

обратную связь от окружения. Виртуальная среда нашего приложения подразумевает аудио-воздействие: голосовое сопровождение гидом, аудио-эффекты для погружения, фоновая музыка. При желании пользователь может прекратить взаимодействие и выйти в главное меню. Для профессиональных уровней предусмотрена система вывода данных в рамках интерфейса и отдельным файлом. С помощью приложения пользователь сможет получить информацию по вопросам психологии в доступной интересной форме развлекательного характера с образовательными элементами. Создаваемая при помощи VR-технологий иммерсивность позволяет создать эффект полного погружения в искусственно созданную среду, способствующую переживанию тех или иных эмоций.

Разработка VR-приложения «VR-детектор эмоций» будет осуществляться с использованием получивших широкое практическое применение научно-технических решений в области виртуальных технологий:

1) *Unity 3D* – межплатформенная среда разработки позволяет разрабатывать дизайн и реализовывать функционал виртуальных миров. Этот инструмент позволяет наиболее быстро выполнить запланированный объём работ за счёт высокой производительности и удобного интерфейса. Это межплатформенная среда разработки, поэтому для стартапа открыты пути расширения в рамках новых платформ. Выбранная нами межплатформенная среда разработки *Unity 3D* предусматривает бесплатное использование в проектах с доходом и инвестициями до 100 000 долл. [8,9].

2) *Microsoft Visual Studio* – наиболее удачная среда разработки для языка *C#*. Выделяется производительностью, широким функционалом и понятным интерфейсом. Среда разработки *Visual Studio* также предусматривает бесплатную версию для небольших проектов [10].

3) Язык программирования *C#* является наиболее удобным языком программирования скриптов для проектов *Unity 3D*.

4) *Blender* – открытое программное обеспечение для создания трёхмерной графики. Доступен бесплатно, за счет чего выделяется среди конкурентов. Возможности данного ПО покрывают все задачи проекта [11].

Погружение в виртуальный мир происходит за счет дополнительных технических приспособлений, таких как VR-шлем.

Таким образом, «VR-детектор эмоций» сфокусирован на эмоциональной сфере, позволяя выполнять не только полноценную психодиагностику данной сферы, но и проводить терапию эмоциональных состояний. Востребованность приложения обоснована его уникальностью и новым форматом подачи информации психологического характера, а также ростом интереса современных людей к пониманию себя. Самопознание – это тренд, которому сегодня стремятся соответствовать многие и необходимость, ведь заботиться о своем физическом и психологическом состоянии стало неотъемлемой частью жизни современного человека. У российского потребителя пока еще не развита привычка похода к профессиональному психологу, однако это не уменьшает интереса к попыткам определить свое предназначение и смысл бытия. Психологическая грамотность населения последние годы растет, но остается пока на сравнительно низком уровне. Поэтому нужны новые источники информации, из которых человек будет черпать знания о себе, как индивидууме и об окружающем социуме. Предлагаемое нами модульное приложение «VR-детектор эмоций» будет способствовать повышению уровня грамотности в сфере психологии. Кроме того, благодаря использованию данного приложения у его пользователей может сформироваться потребность в посещении профессионального психолога.

Основными конкурентными преимуществами являются:

Отсутствие аналогов подобных приложений как на российском, так и на зарубежном рынках.

Вариативность продукта – две версии «Развлекательная» и «PRO» для разных сегментов потребителей, полноценное ПО для компьютеров,

неограниченное количество уровней, предоставление бесплатной демоверсии, ценовая доступность для всех потребителей, удобный доступ к продукту, техническая поддержка, поддержка нескольких языков, промо-страница с полной информацией о продукте.

Привлекательный дизайн виртуального мира, высокая степень погружения, детальная проработка взаимодействия с виртуальными объектами дает максимальную иммерсивность воздействия. Виртуальное наполнение со временем будет меняться, расширяться спектр эмоций, что позволит осуществлять повторные продажи тем лицам, которые уже покупали предыдущие версии. Для сценарного показа будут привлекаться профессионалы психологи.

Наличие терапии эмоциональных состояний, возможность самопознания и повышения образованности в вопросах психологии. Помимо созерцания, озвучивание каждого уровня позволит познакомить потребителя с каждой из представленных эмоций и историей их возникновения, дать профессиональную интерпретацию каждой из них, показать на примерах как можно управлять своими эмоциями (усиливать положительные и избавляться от отрицательных).

Широкая целевая аудитория проекта – реализация приложения не имеет узкого территориального рынка и в будущем может охватить и международный рынок в случае встраивания в продукт версий на иностранных языках.

Отсутствие привязки к конкретной географической локации, что позволяет рассчитывать на широкую целевую аудиторию проекта.

Предполагается, что данная бизнес-идея будет востребована, ведь формат восприятия информации в психологии со временем меняется, перейдя в виртуальное пространство, тем самым открывая возможность стать не только познавательной, но и развлекательной нишей как формата времяпровождения.

Предлагается следующая последовательность организации бизнеса, которая представлена в таблице 1.

					ВКР.090301.XX 23 81 01	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Таблица 1 – Этапы реализации проекта

Этап	Мероприятия этапа
Этап №1 (длительность этапа – 3 месяца)	<ul style="list-style-type: none"> - открытие общества с ограниченной ответственностью для реализации проекта – проведение официальной регистрации компании, открытие расчетного счета; - закупка оборудования, аренда помещения, найм сотрудников; - маркетинговое исследование спроса на программный продукт в направлении изучения эмоционального интеллекта и разработка бизнес-план проекта «VR-детектор эмоций»; - разработка концепции программного продукта «VR-детектор эмоций»: написание сценария реализации VR-продукта, текста озвучки (аудио сопровождение); разработка сайта проекта модульного приложения «VR-детектор эмоций».
Этап №2 (длительность этапа – 9 месяцев)	<ul style="list-style-type: none"> - разработка программного продукта «VR-детектор эмоций»; - проектирование уровней в VR-приложении для персональных компьютеров на основе выбранной тематики с использованием выбранных программных средств; - тестирование продукта; - вывод продукта на рынок и его реализация.

Организация по разработке и реализации приложения «VR-детектор эмоций» с точки зрения организационно-правовой формы является обществом с ограниченной ответственностью и осуществляет деятельность в соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации. Организация является юридическим лицом, действующим в строгом соответствии с принятым Уставом и Учредительным договором, имеет уставной капитал в размере 10 000 руб.

Штатное расписание на первый год реализации проекта включает специалистов, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Штатное расписание сотрудников ООО «VR-детектор эмоций»

Должность	График работы	Зарботная плата, руб.
Генеральный директор	5/2	17 000
IT-специалист	5/2	15 000
Психолог	5/2	15 000

Функциональные обязанности между сотрудниками распределяются следующим образом: генеральный директор – стратегия развития, управление финансами и рисками, документация и отчетность, найм персонала, выстраивание системы культуры коммуникаций; психолог – проектирование виртуального мира с точки зрения психологии, подбор звукового сопровождения, консультация по реализации каждой эмоции, исследование поведения пользователей; IT-специалист – моделирование 3D-объектов и техническая реализация уровней, написание скриптов на языке C#, внедрение музыкального сопровождения.

По истечении первого года работы компании при условии реализации ею поставленных целей планируется расширение штата, путем привлечения в него следующих специалистов: юрист консультант – 1 человек; маркетолог – 1 человек; менеджер по продажам – 1 человек; бухгалтер – 1 человек. Через 24 месяца (2 года) планируется включить в штат: художника 3D-графики – 1 человек; *Sound*-дизайнера – 1 человек; *Motion* дизайнера – 1 человек. Для реализации проекта будут привлечены сторонние организации: лица, компании и индивидуальные предприниматели, проводящие маркетинговые исследования для изучения потребностей потребителей и конкурентоспособности продукта, квалифицированные психологи – для тестирования проекта; IT специалисты для экспертизы программного продукта; экскурсоводы – для помощи в создании сценария и текстового сопровождения к музейной экспозиции.

Для организации производства необходимы следующая электронная техника:

- шлем виртуальной реальности *Oculus Quest 2* – 50 000 руб.;
- ноутбук *Lenovo Legion 5 15IMH05H* – 100 000 руб.;
- программы и 3D модели – 0 руб.

Кроме того, для реализации проекта может быть использовано оборудование VR-лаборатории ФБГОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Суть проекта заключается в создании универсального VR-приложения для персональных компьютеров, при использовании которого у пользователя решается проблема идентификации собственных эмоций и повышается информированность насчет эмоциональных переживаний. Благодаря погружению в виртуальную среду знакомство, проживание и принятие эмоций, понимание причин их возникновения возможно без ущерба для себя и окружающих.

Команда по созданию модульного приложения «VR-детектор эмоций» выделяет следующие мероприятия по производству продукта: проектирование виртуального мира с точки зрения психологии; подбор и моделирование 3D объектов для реализации виртуального мира; подбор звукового сопровождения; запись сопровождающих комментариев психолога; реализация виртуального мира в *Unity 3D*; написание скриптов для объектов виртуального мира; интеграция звукового сопровождения; тестирование разработанного функционала.

Пробная версия модульного приложения «VR-детектор эмоций» будет представлена на сайте, разработанном для компании, реализующей данный проект. Будут проведены презентации программного продукта с приглашением гостей из различных деловых сфер в уютном арендованном коттедже компании «Домик 58» и использованием услуги кейтеринг ресторана “Хачо и Пури” для создания теплой и доброжелательной атмосферы. Его апробация предполагается в ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Будут разосланы коммерческие предложения для компаний г. Пенза, входящих в целевой рынок проекта.

Благодаря рекламной кампании потребители развлекательной версии узнают о существовании продукта и параллельно продукт будет активно продвигаться за счет партнеров, идти по каналам продаж. Основная платформа, где будет возможность приобрести продукт – *STEAM*.

Финансовый план реализации проекта предполагает определение доходов и расходов. Нами они были рассчитаны на ближайшие три года.

Рассмотрим затраты на реализацию проекта. Как мы отмечали выше, для реализации проекта будет закуплено оборудование, а также потребуется персонал в количестве трех человек с годовым фондом оплаты труда с отчислениями во внебюджетные фонды – 471 600 руб., а также консультационные услуги на сумму 100 000 руб. Потребность в сторонних финансовых ресурсах отсутствует. В первый год работы ООО расходную часть будет составлять регистрация бизнеса, уставный капитал, оборудование, создание и обновление сайта, разработка бизнес-плана, заработная плата с 13 % отчислений, дополнительные услуги и прочие расходы. Общая сумма расходов на первый год реализации приложения «VR-детектор эмоций» составит 1 000 000 руб. Первые три года работы компании предполагают затраты, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Расходы за первые три года реализации проекта

Статья расходов	Сумма, руб.		
	1 год (момент выхода на рынок)	2 год	3 год
Регистрация бизнеса	8 000	-	-
Уставный капитал	10 000	-	-
Оборудование	200 000	100 000	100 000
Создание и обновление сайта	20 000	-	-
Разработка бизнес-плана	20 000	15 000	15 000
Заработная плата персоналу в количестве трех человек (годовой фонд оплаты труда с отчислениями во внебюджетные фонды)	471 600	-	-
Консультационные услуги (доп. услуга)	100 000	627 600	783 600
Продвижение (доп. услуга)	150 400	200 000	300 000
Прочие расходы	20 000	385 000	885 000
Итого расходы	1 000 000	1 327 600	2 083 600

На данный момент был выигран грант на реализацию проекта в размере 1 млн руб. Полученные средства гранта будут использованы как на закупку необходимого оборудования, так и для оплаты труда наемных работников и привлеченных специалистов. Привлечение займов на начальном этапе не планируется. На начало проекта разработана бизнес-идея, проведены консультации со специалистами по разным областям, реализуемым в проекте, осуществлен подбор команды, найдены консультанты, имеются кураторы в лице руководителей выпускных квалификационных работ по четырем направлениям: психология, информатика и вычислительная техника, туризм, маркетинг, получена поддержка в реализации проекта со стороны ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Как мы уже отмечали, продукт будет продаваться на рынках B2C и B2B. Рынок B2B (бизнес для бизнеса) в Пензенской области представляет 16 компаний по оказанию психологической помощи и 414 частных специалистов, что в общей сумме составляет 430 потенциальных владельцев продукта. Результат потенциального спроса рынка B2B с учетом стоимости 3500 руб. /1 ед. по итогам расчетов с учетом про составляет 1 505 000 руб. Рынок B2B (бизнес для бизнеса) в Российской Федерации представляет 136 компаний по оказанию психологической помощи и 47 233 частных специалистов. Результат потенциального спроса рынка B2B в РФ по итогам расчетов составляет 165 791 500 руб. Потенциальные показатели, представленные выше показывают значительный объем рынка и количество потенциальных потребителей модульного приложения «VR-детектор эмоций».

Объем реализации продукции (ОРП) модульного приложения «VR-детектор эмоций» рассматривается на рынке B2C и B2B на данный момент в регионах Российской Федерации и отдельно в Пензенской области. Результат потенциального ОРП рынка B2C в РФ выражается в натуральных единицах и по расчетам составляет 11 000 продаж, а ОРП рынка B2B в РФ составляет 47 369 продаж.

В первый год работы ООО «VR-детектор эмоций» будет выходить на рынки продаж только в конце года, т.к. приложение нужно создать и сделать готовым продуктом. Продукт первый год будет почти все время разрабатываться и выйдет в продажу только в конце года, поэтому доходы на начальном этапе указаны в таблице 4 и будут расти.

Таблица 4 – Доходы от реализации проекта

Рынок B2C			
	1 год (момент выхода на рынок)	2 год	3 год
Пензенская область	5 x 3500 = 17 500 руб.	20 x 3500 = 70 000 руб.	30 x 3500 = 105 000 руб.
РФ	5 x 3500 = 17 500 руб.	400 x 3500 = 1 400 000 руб.	1000 x 3500 = 3 500 000 руб.
Рынок B2B			
	1 год (момент выхода на рынок)	2 год	3 год
Пензенская область	50 x 1500 = 75 000 руб.	400 x 1500 = 600 000 руб.	600 x 1500 = 900 000 руб.
РФ	50 x 1500 = 75 000 руб.	800 x 1500 = 1 200 000 руб.	1600 x 1500 = 2 400 000 руб.
Итого доходы	185 000 руб.	3 270 000 руб.	6 905 000 руб.

Рентабельность проекта за первый год работы – низкая рентабельность обусловлена выходом компании на рынок и постепенно процент будет повышаться (см. таблицу 5).

Таблица 5 – Доходы, расходы и рентабельность проекта

Показатели	1 год (момент выхода на рынок)	2 год	3 год
Доходы	185 000 руб.	3 270 000 руб.	6 905 000 руб.
Расходы	1 000 000 руб.	1 327 600 руб.	2 083 600 руб.
Прибыль/Убыток	- 815 000 руб. (убыток)	+ 1 942 400 руб.	+ 4 821 400 руб.
Рентабельность	-	146,3%	231,4%

Планируемый период выхода организации на самоокупаемость – 12 месяцев (1 год). Для расширения объемов производства и продаж, расширения ассортимента VR-продукции, выхода на новые рынки потребуются дополнительные инвестиции, которые компания планирует привлечь с помощью поиска заинтересованных инвесторов.

Проработка рисков является необходимым условием выхода проекта на рынок. В реализации проекта мы видим следующие риски:

1) Риск соответствия продукта рынку – в силу отсутствия аналогов предлагаемому продукту есть опасность насколько он будет соответствовать ожиданиям целевой аудитории и будет действительно нужным. Минимизировать этот риск мы сможем за счет проведения маркетинговых исследований, пробного тестирования и апробации на представителях целевой аудитории.

2) Риск качества продукта – имеет место быть в силу недостаточной опытности разработчиков продукта и отсутствия аналогов, с которыми его можно сравнить. Несмотря на отсутствие опыта в реализации подобных проектов, его участники являются амбициозными людьми, имеют как управленческий, так и практический опыт.

3) Командный риск – включает в себя риск неэффективной командной работы, а именно недостаток специалистов, необходимых в рамках проекта; отсутствие знаний и опыта работы в данной отрасли и некомпетентность участников проекта. Во время реализации проекта данный риск сводится к минимуму, так как команда проекта состоит из участников различных направлений – IT, Психология и Туризм-Экономика. Психолог и IT-специалист являются практикующими специалистами в профессиональных областях и опыт работы каждого составляет более 3-х лет, а руководитель активно участвует в различных мероприятиях – олимпиадах и выигрывает их, проходит образовательные курсы в онлайн и оффлайн формате, посещает форумы и конференции, при участии в которых получает необходимые знания, умения и

навыки + обладает личностными качествами, необходимыми для успешной работы и развития стартап-проекта, а также имеется возможность узнать мнение игроков бизнеса в разных сферах.

4) Риск продаж – основан на том, что продукт является новым на рынке. Информирование целевой аудитории о появлении товара на рынке, грамотное продвижение, PR-акции позволят справиться с данным риском.

6) Риск неверной оценки рынка – связан с не проработкой вопроса емкости рынка и его потенциала. Командой проведен анализ рынка по каждому целевому сегменту и определены возможности вхождения в этот рынок и работы на нем.

7) Риск недостаточного финансирования частично уменьшается за счет государственного финансирования по выигранному командой гранту. В будущем возможно привлечение заинтересованных инвесторов. Командой рассматривается в качестве потенциальных источников финансирования организации по поддержке малого бизнеса и грантовые программы АС Фонда Содействия Инновациям и Росмолодежи как дополнительные источники средств

8) Технологические риски – предполагают необходимо обеспечить безопасность производства и использования оборудования. Данное оборудование протестировано и с точки зрения разработчиков абсолютно безопасно, соответственно в данном случае риск нанесения вреда сводится к нулю.

Предлагаемый проект мало чувствителен на факторы внешней среды, т.к. основные ресурсы носят интеллектуальный характер и находятся в собственности команды участников.

Данная бизнес-идея будет востребована, ведь формат восприятия информации в психологии со временем меняется, перейдя в виртуальное пространство, тем самым открывая возможность стать не только познавательной, но и развлекательной нишей как формата времяпровождения.

1.2 Формирование решения

Для решения обозначенных проблем предлагается разработать VR-приложение «VR детектор эмоций». Оно будет учить идентифицировать собственные эмоции и повышать грамотность в вопросе чувств и эмоций. Технологии виртуальной реальности позволят учиться понимать и проживать свои эмоции без вреда для себя и окружающих. Формат виртуальной реальности не только позволит выполнить поставленную задачу, но и привлечёт молодую аудиторию.

Данное приложение представляет собой набор уровней, каждый из которых связан с одной из 6 эмоций: страх, гнев, интерес, отвращение, удивление, удовольствие. Эмоциональное восприятие у людей разное, поэтому разрабатывается гибкая система уровней: на каждую эмоцию их может быть несколько. Разделение может осуществляться по типу воздействия, разным психологическим теориям или даже конкретным тренингам.

Также уровни будут разделяться на базовые и профессиональные. Базовые рассчитаны на рядового пользователя. Их функция – образовывать пользователей в вопросе эмоций через развлекательные механики. Индивидуальные рекомендации и диагностика в таких уровнях отсутствуют, чтобы пользователь не навредил себе, неверно интерпретировав информацию.

Профессиональные уровни рассчитаны на использование психологами. В них появляется аналитический функционал, который собирает данные о поведении пользователя и визуализирует их в удобной для специалиста форме. В таких уровнях предусмотрена диагностика и индивидуальные рекомендации. Для профессионалов-психологов данный продукт станет эффективным инструментом, так как существенно повышает иммерсивность тренингов. Уровни могут делиться на направления: психологические тренинги, тесты для рекрутинга, проведение психологических исследований и другие.

Для коммерческих компаний данный программный продукт может стать инструментом тестирования кандидатов при проведении собеседования и инструментом для тренировки эмоционального интеллекта.

Люди, особенно молодые, не склонны обращаться за психологической помощью [12]. Данное приложение позволит хотя бы частично преодолевать собственные фобии, страхи и комплексы, повысит психологическую грамотность. И, возможно, в дальнейшем поможет сформировать решение о походе к специалисту.

1.2 Сравнение аналогов

Несмотря на узконаправленность разрабатываемого приложения и относительную новизну технологий виртуальной реальности, было найдено и проанализировано несколько аналогичных продуктов.

Limbix VR – это мобильное приложение, погружающее пользователя в виртуальную реалистичную среду для терапевтических исследований в области психологии. В данной разработке присутствует возможность адаптации уровней и аналитический функционал. Основным отличием от нашего проекта является мобильная платформа, которая повышает доступность приложения, но сводит к минимуму интерактивность виртуальной среды: пользователь может лишь рассматривать окружение без взаимодействия с объектами уровня. Это является главным недостатком данной системы.

Psious – VR-приложение для психотерапии, которая использует виртуальную реальность для лечения различных психических расстройств. Данная система предоставляет 50 интерактивных уровней без возможности гибкой настройки. Доступен достаточно полный аналитический функционал. Приложение рассчитано только на работу со специалистами, поэтому образовательная составляющая отсутствует. Поддерживает все распространённые платформы для ПК. Ограниченное количество уровней и

отсутствие индивидуальной настройки делают данную систему менее универсальной чем ограничивает число пользователей.

Immersive Therapy – приложение виртуальной реальности для психологической терапии, разработанная компанией *Oxford VR*. Данная разработка предлагает библиотеку окружений без детальной настройки, сбор и анализ данных о прогрессе пользователя, минимальная образовательная составляющая. Часть уровней интерактивны. Поддерживает все распространённые платформы для ПК. Основными недостатками данной разработки являются слабо проработанная настройка уровней и низкая степень интерактивности, которая существенно понижает уровень иммерсивности.

Relax VR – VR-приложение для медитации и релаксации. Функционал данного программного продукта ограничены темой медитации. На выбор представлены несколько уровней без интерактива. Простейший аналитический функционал в формате статистики. Голосовое сопровождение, которое помогает в процессе медитации и добавляет минимальный элемент образования. Доступна на всех распространённых платформы для ПК. В данное приложение имеет узкую специализацию без аналитической проработки и системы взаимодействия с окружением. Эти недостатки сильно ограничивают круг пользователей и понижают качество погружения.

Для удобства сравнения разрабатываемого приложения с аналогами были выделены 6 наиболее значимых критериев. Каждый критерий оценивается в рамках балльной системы: от 1 до 5. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнительная таблица VR-приложений на тему психологии

Программный продукт	Limbix VR [13]	Psious [14]	Immersive Therapy [15]	Relax VR [16]	VR-детектор эмоций
Полнота системы уровней	4	3	3	1	4
Адаптивность уровней	5	1	2	1	5
Интерактивность	1	4	2	1	5

уровней					
Аналитический функционал	5	5	4	2	5
Техническая доступность	5	3	3	3	3
Образовательная составляющая	3	1	2	4	4

Полнота системы уровней характеризует возможность приложения в рамках своих уровней охватить все психологические проблемы пользователей и реализовать различные психологические теории. Расшифровка оценок: 1 балл – предназначена для решения конкретной проблемы, 2 – применима для решения узкого спектра проблем, 3 – широкий, но не полный набор решаемых проблем без вариативности, 4 – широкий, но не полный набор решаемых проблем с вариативностью, 5 – система применима для работы со всеми проблемами и направлениями, доступными в рамках виртуальной реальности.

Адаптивность уровней определяется возможностью настройки уровней под конкретного пользователя, разработку новых уровней по заданным сценариям, соответствующие заданным требованиям. Расшифровка оценок: 1 балл – полное отсутствие настройки уровней, 2 – доступна минимальная возможность менять сценарий прохождения или окружение, 3 – модульная система без возможности настройки составных частей, 4 – доступна возможность существенно менять сценарий прохождения или окружение, 5 – доступна возможность полностью настраивать уровни под индивидуальную задачу.

Интерактивность уровней – степень проработки сценариев взаимодействия пользователя с виртуальной средой: разнообразие возможных действий, отзывчивость виртуальных объектов на действия пользователя. Расшифровка оценок: 1 балл – полное отсутствие взаимодействия с окружением, 2 – окружение минимально реагирует на поведение пользователя, 3 – доступно минимальное взаимодействие с объектами окружения, 4 – присутствует взаимодействие с окружающими объектами и реакция окружения на действия пользователя без глубокой проработки, 5 – широкий набор вариантов

взаимодействия с объектами и детальная система реакции окружения на действия пользователя.

Критерий «аналитический функционал» оценивается возможностью программного продукта собирать, анализировать и представлять выводы о поведении пользователя в рамках приложения и других параметров. Расшифровка оценок: 1 – полное отсутствие аналитического функционала, 2 – сбор показателей, характеризующих общие показатели работы с системой без визуализации, 3 – сбор показателей, характеризующих общие показатели работы с системой с визуализацией, 4 – сбор и визуализация некоторых параметров, характеризующих поведение пользователя в виртуальном окружении, 5 – сбор и визуализация всех необходимых для решения обозначенных проблем показателей.

Техническая доступность характеризует аппаратные и программные средства, необходимые для использования программного продукта. Расшифровка оценок: 1 – для запуска системы необходимо профессиональное оборудование, недоступное рядовому пользователю, 2 – система работает на ограниченном наборе специального аппаратного оборудования, не имеющего популярности среди пользователей, 3 – для полноценной работы с системой необходимо дополнительное аппаратное оборудование, имеющее широкую доступность для рядового пользователя, 4 – приложение функционирует на распространённых устройствах при установке дополнительного ПО, 5 – система полноценно функционирует на самых распространённых системах без дополнительного ПО.

Образовательная составляющая определяется количеством, качеством информации на тему психологии, представленных в приложении, и степенью её интеграции в виртуальное окружение. Расшифровка оценок: 1 – полное отсутствие образовательной составляющей, 2 – минимальный текстовый материал на психологическую тему без интеграцию в уровни, 3 – подробный материал без интеграции в уровни, 4 – релевантный материал с интеграцией в

уровень, 5 – релевантный материал с практическим применением с бесшовный интеграцией в уровни.

В результате анализа недостатков у приложений-аналогов были выработаны возможные пути их устранения. В первую очередь необходимо реализовать гибкую систему уровней, которая позволит адаптировать окружение под конкретную проблему пользователя, так как в рамках психологической помощи особенно важно учесть индивидуальные особенности. Также для более глубокого погружения в моделируемую ситуацию необходимо обеспечить отзывчивость виртуального мира путем проработки системы реакций на поведение пользователя. Взаимодействие с виртуальными объектами не только повысит степень иммерсивности, но и расширит аналитические возможности приложения. Однако повышение интерактивности требует наличия у пользователя шлема виртуальной реальности с контроллерами. Это заметно понизит техническую доступность приложения, но иначе ключевой функционал будет сильно упрощён, что сделает приложение малоэффективным в решении поставленных задач.

2 Обоснование выбора средств разработки

Для разработки приложения «VR-детектор эмоций» была выбрана мультиплатформенная среда разработки *Unity 3D*. Для реализации механик взаимодействия с виртуальным окружением было решено использовать связку языка программирования *C#* и среды разработки *Visual Studio 2022*. Для трёхмерного моделирования выбран пакет для создания 3D-графики *Cinema 4D*.

2.1 Описание Unity3D

Unity3D – это кроссплатформенная среда разработки, созданная компанией *Unity Technologies*. Её основатель, Питт Уэй, создал первую версию *Unity* – «*Unity Game Engine*» в 1997 году. Со временем *Unity* хорошо зарекомендовал себя в области разработки игр, чем заинтересовал такие крупные компании, как *Microsoft* и *Oculus VR*. В дальнейшем это привело к интеграции *Unity3D* с продуктами *Xbox* и *Oculus Rift*.

На текущий момент *Unity3D* стала одной из ведущих сред разработки игр. Она предоставляет разработчикам различные функциональные модули и поддержку нескольких языков программирования, включая визуальное программирование. Широкий набор инструментов и функций *Unity3D* позволяет реализовывать игры и приложения с уникальными возможностями и впечатляющей графикой.

Данный инструмент поддерживает множество платформ и языков программирования, что дает разработчикам большую гибкость и удобство в выборе технологий для своих проектов.

Кроссплатформенность даёт возможность достаточно быстро адаптировать проект под разные устройства. Это позволит расширить аудиторию разрабатываемого приложения.

					ВКР.090301.XX 23 81 01	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Unity3D имеет интуитивно понятный пользовательский интерфейс, что упрощает работу над проектом и позволяет сосредоточиться на разработке.

Для данной среды разработки представлен широкий выбор ресурсов: плагины, ассеты, обучающие материалы и многое другое. Это позволяет разработчикам быстрее реализовывать проекты и подбирать наиболее подходящие компоненты. Большое количество библиотек и модулей позволяет реализовывать множество разнонаправленных проектов и выполнять даже специализированные задачи.

Большое и развитое сообщество позволяет изучить схожие проекты и проанализировать существующие решения, чтобы выбрать оптимальный подход к реализации поставленной задачи. Так начинающие разработчики имеют возможность быстро освоить данный инструмент, а более опытные специалисты могут получить рекомендации по решению нетривиальных задач в своих проектах.

Также данная платформа продолжает активное развитие и регулярно получает обновления, которые добавляют новый функционал и оптимизируют работу системы в целом.

2.2 Обоснование выбора языка программирования

Unity3D предлагает 3 основных способа написания скриптов поведения объектов: визуальный редактор Visual Scripting, ручное описание взаимодействия на языках программирования *C#* или *Java Script*.

Визуальный редактор предназначен для максимально быстрой реализации прототипа или для начинающих разработчиков, которые не владеют языками программирования. Скорость и простота разработки достигаются потерей производительности и функционала. В случае с разрабатываемым приложением использование визуального редактора не оптимально.

В свою очередь, в рамках нашего проекта язык *C#* имеет ряд преимуществ над языком *Java Script*:

1. *Unity* использует свою собственную виртуальную машину «*Mono*», которая поддерживает *C#* как основной язык программирования. Это существенно повышает производительность.
2. Язык *C#* - сильно типизированный объектно-ориентированный язык программирования. Он обеспечивает безопасность типов и обнаружение ошибок на этапе компиляции, что позволяет быстрее разрабатывать и отлаживать приложения.
3. В рамках *Unity3D* язык *C#* развивается гораздо активнее, чем *JavaScript*. Поэтому для него существует больше современных библиотек и модулей, которые позволяют эффективнее решать более актуальные и разнообразные задачи. К таким задачам можно отнести работу с виртуальной реальностью.

Таким образом, язык *C#* является оптимальным инструментом для написания скриптов взаимодействия с окружением для платформы *Unity3D*.

2.3 Описание Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio – это интегрированная среда разработки (*IDE*) для разработки, отладки и тестирования приложений для различных платформ. Была создана компанией *Microsoft* в 1997 году.

Изначально *Visual Studio* была всего лишь оболочкой для компилятора *C++*, но, развиваясь, она стала более гибкой и универсальной. В 2003 году была выпущена *Visual Studio .NET*, поддерживающая разработку приложений на *.NET Framework*. Это позволило *Visual Studio* стать одной из самых востребованных *IDE* в мире.

На данный момент *Visual Studio* поддерживает различные языки программирования, такие как *C++*, *C#*, *Java*, *JavaScript* и другие.

Используемая при разработке данного проекта версия *Visual Studio 2022* была выпущена в 2020 году. Её основными возможностями является:

1. Интеграция с системой контроля версий *Git*, что существенно упрощает работу над проектами.
2. Поддержка расширения функционала с помощью плагинов позволяет автоматизировать многие процессы разработки и добавить новые возможности в *Visual Studio*.
3. *Visual Studio 2022* включает в себя поддержку *Unity*. Данная особенность позволяет связать эти среды разработки для удобной отладки и быстрого выявления ошибок как на стороне кода, так и на стороне настройки объектов сцены.
4. В рассматриваемой системе предоставляет широкий набор инструментов отладки, включая профилирование, дебаггинг, способствующие быстрому выявлению и исправлению ошибок в приложении.

Рассмотренные особенности *Visual Studio 2022* позволяют сделать вывод о том, что данная среда разработки является удачным выбором для реализации приложения «VR-детектор эмоций». Она не только позволит реализовать весь задуманный функционал, но и заметно упростит и ускорит процесс разработки за счёт богатого набор интеграций и возможностей отладки.

2.4 Описание Cinema 4D

Cinema 4D – это программное обеспечение для работы с трёхмерной графикой, разработанное компанией *MAXON Computer GmbH*. Данный программный продукт предоставляет широкие возможности для создания 3D-моделей, анимации и визуализации. *Cinema 4D* занимает лидирующую позицию среди программ-аналогов.

Cinema 4D обладает обширным набором инструментов для работы с 3D-объектами, которые позволяют не только решить большой набор задач в области 3D-моделирования, анимации и визуализации, но и сделать это быстро, выбрав оптимальный способ решения для конкретного случая. В программе детально проработано как направление параметрического, так и прямого моделирования. В сочетании с удобным пользовательским интерфейсом набор продуманных модификаторов значительно ускоряет рабочий процесс. Также пользователю доступны базовые инструменты скульптинга.

Однако приоритетным направлением в *Cinema4D* является твердотельное моделирование – метод создания трехмерных объектов, основанный на использовании плоских поверхностей, которые затем объединяются в объемные объекты. Этот подход широко используется в производстве графики для компьютерных игр и кино. Данное направление в моделировании позволит создать все необходимые составляющие для разработки виртуальных объектов приложения «VR-детектор эмоций».

Богатый инструментарий для создания реалистичных текстур и материалов Cinema4D позволяет получать высококачественные 3D-сцены и анимацию. В разрабатываемом приложении реалистичность окружения имеет большое значение, поэтому возможность продвинутой работы с материалами является одним из ключевых критериев выбора программного обеспечения для работы с трёхмерной графикой в рамках данного проекта.

Также преимуществом *Cinema 4D* является возможность работы с универсальным форматом описания геометрии *OBJ*, позволяющая импортировать и экспортировать объекты из других программ для моделирования и форматом *FBX*, совместимым со средой разработки *Unity3D*.

3 Проектирование системы

Проектирование является неотъемлемым этапом разработки программного продукта. В первую очередь проектирование позволяет систематизировать требования к системе и задачи, которые она должна решать. Это позволит выработать наиболее удачные решения в различных сферах проекта и грамотно расставить приоритеты в разработке.

Также проектирование существенно ускоряет процесс разработки и повышает качество итогового продукта. Работая со схемами и диаграммами, гораздо проще и быстрее находить ошибки и вносить изменения, чем работать с кодом. К тому же данный подход позволяет рассматривать архитектуру проекта в более целостном виде, что способствует осмысленному поиску наиболее эффективных решений.

Проектирование помогает оценить риски и контролировать сроки реализации, так как ещё до начала разработки можно более точно оценить объёмы работ и потенциальные проблемы.

Чем более масштабный и сложный проект, тем выше необходимость этапа проектирования. В крайнем случае программный продукт может быть разработан с большим количеством ошибок.

Для проектирования в данном проекте был использован *UML (Unified Modeling Language)*. С одной стороны этот инструмент обладает широким набором диаграмм, который позволяет удобно описать все необходимые аспекты программного продукта, с другой – UML широко распространён в отрасли и будет понятен большинству специалистов.

3.1 Варианты использования системы

Для систематизации задач, решаемых разрабатываемым приложением, и сценариев взаимодействия пользователя с системой была разработана диаграмма вариантов использования системы, представленная на рисунке 1.

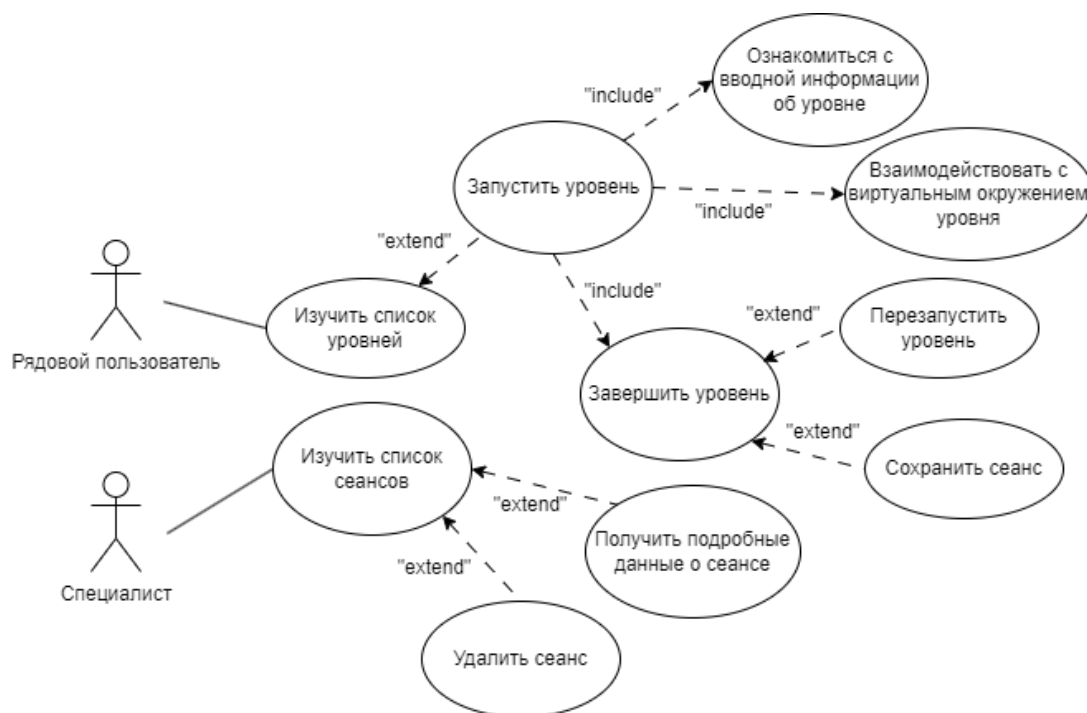


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Приложение рассчитано на использование двумя типами пользователей: рядовым пользователем и специалистом-психологом. Исходя из этого, можно разделить систему на аналитическую составляющую и взаимодействие с уровнями.

Аналитическая составляющая представлена списком ранее состоявшихся сеансов с возможностью получения собранных данных в рамках выбранного сеанса. Также доступен минимальный функционал менеджмента сеансов в виде функции удаления.

Взаимодействие с уровнем можно разделить на 3 этапа: выбор уровня, взаимодействие с виртуальным окружением и завершение. Взаимодействие с уровнем заключается не только в выполнении заложенных заданий, но и

небольшой практически применимой справки по теме уровня, представленной в виде текста или закадровым голосом. Также в любой момент пользователь может завершить прохождение, после чего ему предлагается сохранить сеанс, перезапустить уровень или выйти без сохранения.

3.2 Основные классы приложения

Разработка приложений в *Unity3D* предполагает построение архитектуры в рамках ООП парадигмы. К тому же направление разработки приложений для виртуальной реальности удачно сочетается с данным подходом.

Перед началом реализации приложения была продумана структура системы классов и определены типы связей, объединяющий их. Результат проектирования представлен в приложении А.

Приоритетной задачей было разработать такую систему, которая позволит обеспечить высокую гибкость аналитической составляющей. Для достижения данного требования был выбран подход, согласно которому для каждого анализируемого параметра разрабатывался класс, наследуемый от общего родителя *DataCollector*. Основной задачей этих классов является накопление и хранения определённой информации о поведении пользователя. Также эти классы используются для хранения аналитических данных прошлых сеансов.

Наследование от общего предка позволяет достичь взаимозаменяемости этих классов. Таким образом, мы можем конструировать уровни с любым сочетанием собираемых данных без существенной модификации программного кода. Также данный подход позволит удобно добавлять новые виды собираемой информации.

Для демонстрационного уровня «Прогулка над пропастью» было решено собирать 3 вида данных: направление взгляда, динамика прохождения уровня и время прохождения. Для этого были разработаны 3 класса: *SightRecorder*, *ProgressMeter* и *Timer* соответственно. Каждый из этих классов является

универсальным и доступен для использования в других уровнях без какой-либо модификации.

С другой стороны, универсальность классов в данном подходе не допускает гибкости в настройке уровней. Это является серьёзной проблемой, так как один и тот же вид собираемых данных в других уровнях может быть реализован иначе. Так в одном уровне прогресс может заключаться в последовательном прохождении заданных контрольных точек в пространстве, а в другом – во взаимодействии с определёнными объектами. Прогресс будет считаться так же: отношение пройденных этапов к общему количеству, но сбор данных необходимо адаптировать под каждый уровень.

Для устранения данного недостатка было решено реализовать механизм датчиков, которые по аналогии с датчиками реального мира «крепятся» на пользователя в рамках конкретного уровня и фиксируют данные нужным способом. Реализована данная механика посредством класса *Sensor* и наследуемых от него классов для каждого типа данных: *PathProgressSensor* для отслеживания прогресса по прохождению заданных точек в пространстве, *SightSensor* для фиксации распределения направления взгляда по заданным категориям объектов, *TimeSensor* для фиксации точек во времени по заданному сигналу.

Чтобы не свести универсальность сбора данных к нулю, в классы-датчики был заложен механизм настройки: не нужно разрабатывать новый датчик для каждого изменения в уровне. Каждый датчик закреплён за теми триггерами, которые активируют сбор данных, а остальные параметры могут быть настроены. Например, датчик разработан для фиксации момента прохождения точек в пространстве, но сами точки могут изменяться без создания нового класса. К тому же *Unity3D* позволяет реализовать это таким образом, что настройка может производиться через графический интерфейс без работы с кодом [17]. Таким образом, за счёт повышения степени абстракции удалось

отвязать класс-датчик как от деталей конкретного уровня, так и от вида собираемых данных.

Помимо решения проблемы с универсальностью данный подход открывает новые возможности сбора данных через комбинации датчиков и анализируемых параметров. То есть появилась возможность отправлять информацию из любого датчика в любой сборщик данных. Например, прогресс можно фиксировать по направлению взгляда или определённому отрезку времени.

Класс *LevelController* отвечает за менеджмент уровня: запуск, завершение, отображение необходимых элементов интерфейса и сохранение данных о поведении пользователя.

Классы *DataBaseManager*, *LevelData*, *RunData* предназначены для работы с данными. Они подробно описаны в разделе 3.3.

3.3 Проектирование базы данных

Так как приложение разрабатывается на базе среды разработки Unity3D задача хранения данных о сценах, объектах на них, освещении, материалах и многом другом решается на стороне платформы, что существенно упрощает разработку приложения.

К тому же данный проект не требует хранения данных о пользователях или данных большого объёма. В связи с этим к базе данных не предъявляется высоких требования по производительности или безопасности. Как раз для таких ситуаций в *Unity3D* заложен инструмент *ScriptableObject*, который позволяет сохранять объекты в физической памяти, организуя простейшую объекто-ориентированную базу данных.

Данный подход имеет ряд значительных преимуществ. *ScriptableObject* является нативным инструментом, поэтому не требует интеграции со сторонними средствами. Это сильно повышает надёжность базы данных. Так как

Unity3D имеет сильную ориентацию на ООП парадигму, работа с объектами в рамках БД удачно встраивается в общую структуру приложения.

В рамках данного приложения необходимо хранить объекты двух типов: общая информация об уровне и информация о прошедших сеансах.

Информация об уровнях представлена объектами класса *LevelData* и включает в себя название уровня, эмоцию, примерное время прохождения, обложку и номер сцены, соответствующий этому уровню.

Информация о прошедших сеансах представлена объектами класса *RunData*. Данный объект хранит в себе информацию об уровне, информацию о прохождении: дата, время сеанса, время прохождения, итоговый прогресс, и коллекцию объектов *DataCollector*, содержащих информацию о поведении пользователя в рамках данного сеанса.

Сама БД реализована на базе объекта класса *DataBaseManager*, который также хранится в физической памяти. Данный объект содержит в себе список объектов класса *RunData* и набор методов, который позволяет осуществлять основные операции с данными: добавление, удаление записей, получение необходимых данных данным.

3.4 Пользовательский интерфейс

Пользовательский интерфейс является прослойкой между человеком и системой, посредством которой пользователь выполняет все свои задачи в рамках приложения. Поэтому от качества интерфейса зависит как скорость решения задач, так и общее впечатление от программного продукта. К тому же правильно спроектированный интерфейс позволит минимизировать ошибки, допускаемые пользователем.

В рамках разработки пользовательского интерфейса для VR-приложения стоит учитывать ряд особенностей. В первую очередь стоит отметить смену устройств ввода: привычные клавиатура и мышь заменяются на 2 специальных

контроллера с 3-5 кнопками и джойстиком. Это существенно усложняет ввод текстовой информации и может потребовать время на привыкание.

Вторым важным отличием является переход от плоскости к трёхмерному измерению. С одной стороны, это открывает широкий спектр новых возможностей работы с пространством и виртуальными объектами, но с другой затрудняет задачу прицеливания: пользователю приходится навести виртуальный луч, исходящий из его контроллера, на объект, с которым он хочет взаимодействовать.

С учётом первой особенности было решено минимизировать ввод текстовой информации и стремиться к созданию такого интерфейса, который не будет требовать сложных манипуляций с контроллером и учитывать особенности взаимодействия с данным типом устройств ввода.

Сложность прицеливания является важным фактором в вопросе проектирования интерфейса. Согласно закону Фитса[18] повысить время совершения действия можно путём увеличения размеров целевого объекта или сокращением расстояния до него. Следуя данному принципу, было решено строить компактный интерфейс с элементами увеличенного размера, минимизируя необходимость прицеливания.

Помимо особенностей виртуальной реальности были учтены общие правила проектирования интерфейсов: элементы системы были сгруппированы, различные сущности чётко разграничены визуальным представлением, учтены привычные паттерны взаимодействия человека с аналогичными системами [19].

Так как проектирование непосредственно в трёхмерном пространстве затруднительно и не позволяет сконцентрироваться на некоторых важных аспектах интерфейса, первичный макет был разработан на плоскости.

Интерфейс в приложении представлен двумя частями: главное меню и взаимодействие в рамках уровней. Главное меню включает в себя выбор уровня, просмотр прошедших сеансов и данных о них. Взаимодействие с уровнем заключается в запуске и завершении уровня.

Макет главного меню представлен на рисунке 2. Функционал был разделён на 3 группы согласно сценариям использования приложения. Это позволило увеличить размер каждой панели в отдельности, что повышает читаемость контента и упрощает прицеливание. Также разделение на группы сделано таким образом, чтобы пользователю было достаточно лишь одной панели для решения текущей задачи. Так вся необходимая информация всегда будет в поле зрения.



Рисунок 2 – Макет главного меню

Взаимодействие с уровнем ограничивается простыми действиями, относящиеся к системе в целом, а не к конкретному объекту, поэтому наиболее удачным решением было привязать команды не к элементам графического интерфейса, а к кнопке на контроллере. К тому же это позволит разгрузить экран пользователя от графических элементов, что повышает степень погружения. Пример экрана пользователя представлен на рисунке 3.

Данный вариант реализации интерфейса удачно сочетается со сценариями использования приложения. Зачастую пользователю будет необходимо завершить уровень в момент эмоциональной нестабильности. В таком случае прицеливаться по элементу интерфейса крайне неудобно, что может негативно сказаться на психоэмоциональном состоянии пользователя. В свою очередь кнопка контроллера всегда находится на удобном расстоянии и не требует каких-либо усилий со стороны пользователя [20].

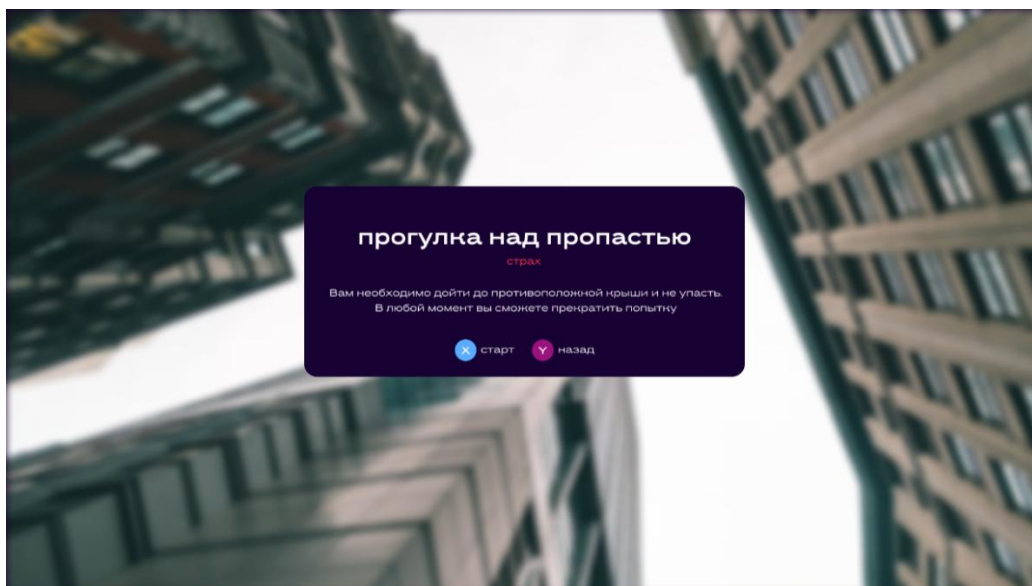


Рисунок 3 – Экран загрузки уровня

Таким образом, в рамках данного этапа были заложены основные принципы построения интерфейса приложения «VR-детектор» эмоций, и отрисованы макеты для каждого сценария использования.

3.5 Трёхмерное моделирование

В сфере разработки игр и приложений виртуальной реальности особо важным является фактор оптимизации, так как VR-технологии сами по себе требовательны к производительности системы. Приложения с плохой оптимизацией могут быть запущены только на самых инновационных устройствах, что существенно ограничивает доступность программного продукта[21].

С точки зрения моделирования оптимизация сводится к сложности геометрии моделируемых объектов. При этом существует ряд подходов, позволяющих компенсировать потерю детализации за счёт грамотной работы с материалами и текстурами [21].

Также достаточно распространённым вариантом является намеренный уход от реалистичности в сторону уникальной стилистики, которая не только поддерживает идентичность проекта, но и позволяет оптимизировать геометрию и текстуры без потери качества восприятия.

В проекте «VR-детектор эмоций» реалистичность является важным параметром виртуального окружения, поэтому стилистические решения не уместны. В связи с этим было решено максимально упростить геометрию и достигать реалистичности за счёт работы с материалами.

Для реализации данного программного продукта необходимо моделирование объектов в рамках двух сцен: главное меню и демонстрационный уровень «Прогулка над пропастью».

Главное меню представлено в виде небольшой комнаты с панелью управления. Реализация комнаты была выполнена методом прямого моделирования на основе геометрических примитивов. Основа комнаты представляет собой цилиндр с вырезами снизу и по бокам в качестве окон. Модель комнаты представлена на рисунке 4.

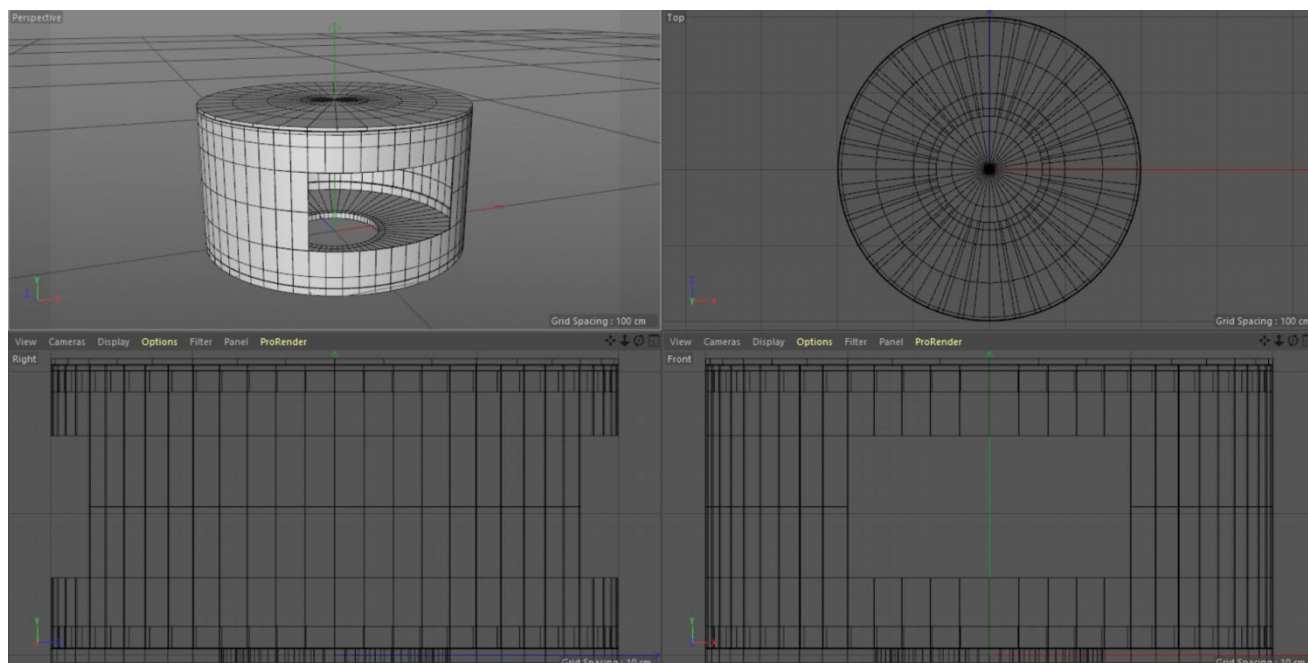


Рисунок 4 – Модель комнаты главного меню

Интерьер комнаты минималистичен, фокус внимания пользователя направлен на панель управления, выполненную в виде трёх экранов, имитирующих реальную технику для большего погружения. Взаимодействие с панелями строится по принципу сенсорного управления. Интерьер комнаты изображён на рисунке 5.

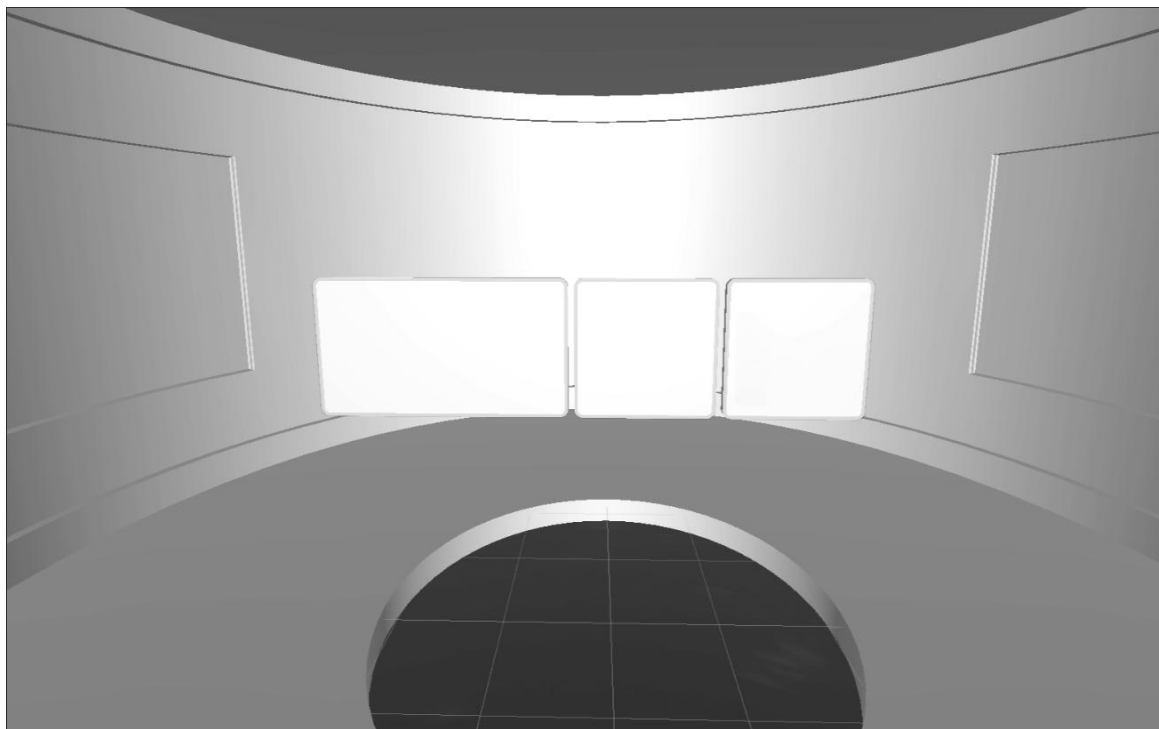


Рисунок 5 – Модель интерьера комнаты главного меню

Уровень «Прогулка над пропастью» представлен в виде части городской улицы с высотными зданиями. Задача пользователя пройти по балке, лежащей между домами, стоящими по разную сторону дороги. Основной задачей в рамках данного уровня является построение реалистичного окружения без перегрузки сцены объектами.

Чтобы сцена не выглядела искусственно, здания не должны быть одинаковыми, а пользователь не должен видеть пустоту за пределами сегмента улицы, на которой он находится. Для выполнения данных условий были смоделированы здания трёх типов. На сцене будут представлены только эти здания, но также должны быть разработаны несколько различных материалов

фасадов, чтобы большим числом комбинаций сделать улицу более реалистичной. Также здания расположены таким образом, чтобы в поле зрения пользователя не попадали пустые края сцены. Созданные модели зданий всех типов представлены на рисунке 6.

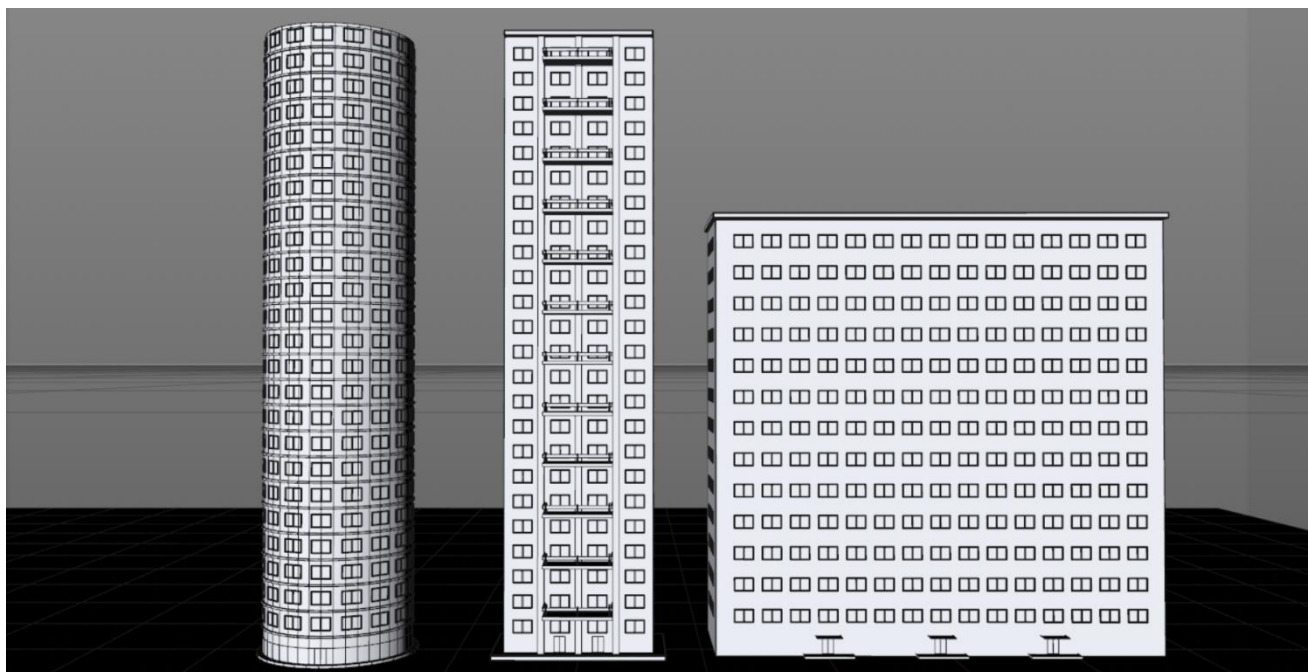


Рисунок 6 – модели трёх типов зданий

Для моделирования городских объектов был выбран параметрический метод на основе геометрических примитивов, который позволяет настраивать объекты на любом этапе процесса моделирования, указывая определённые параметры в точном числовом выражении. Такой подход позволяет оценить целостный образ готовой модели и при необходимости вернуться к настройке её частей без какого-либо воздействия на остальные элементы. Однако параметрическое моделирование накладывает некоторые ограничения на геометрическую сложность модели [22].

Так как здания достаточно легко сводятся к составным частям простой формы, данный метод отлично подходит для реализации уровня «Прогулка над пропастью». Также объекты сцены имеют много повторяющихся элементов, это

позволяет существенно ускорить процесс моделирования с помощью инструмента Cloner в сочетании с различными эффекторами.

Далее подробнее описан подход к моделированию объектов данной сцены на примере одного из зданий. За основу взят объект типа *cube* с размерами, соответствующими реальному зданию. Далее к основной части здания были добавлены крыша и основание, которые также представлены объектом *cube* необходимого размера.

Создание окон реализовано на основе инструмента *Cloner*, который предназначен для создания и структурированного размещения в пространстве копий заданного объекта. Перед его применением необходимо смоделировать окно, которое будет копироваться. Рама была создана с помощью модификатора Sweeper, который строит фигуру, образующуюся в результате движения заданного сечения по заданному пути. Стекло представлено объектом *cube* с очень маленьким значением размера по оси Z. Получившаяся модель изображена на рисунке 7.

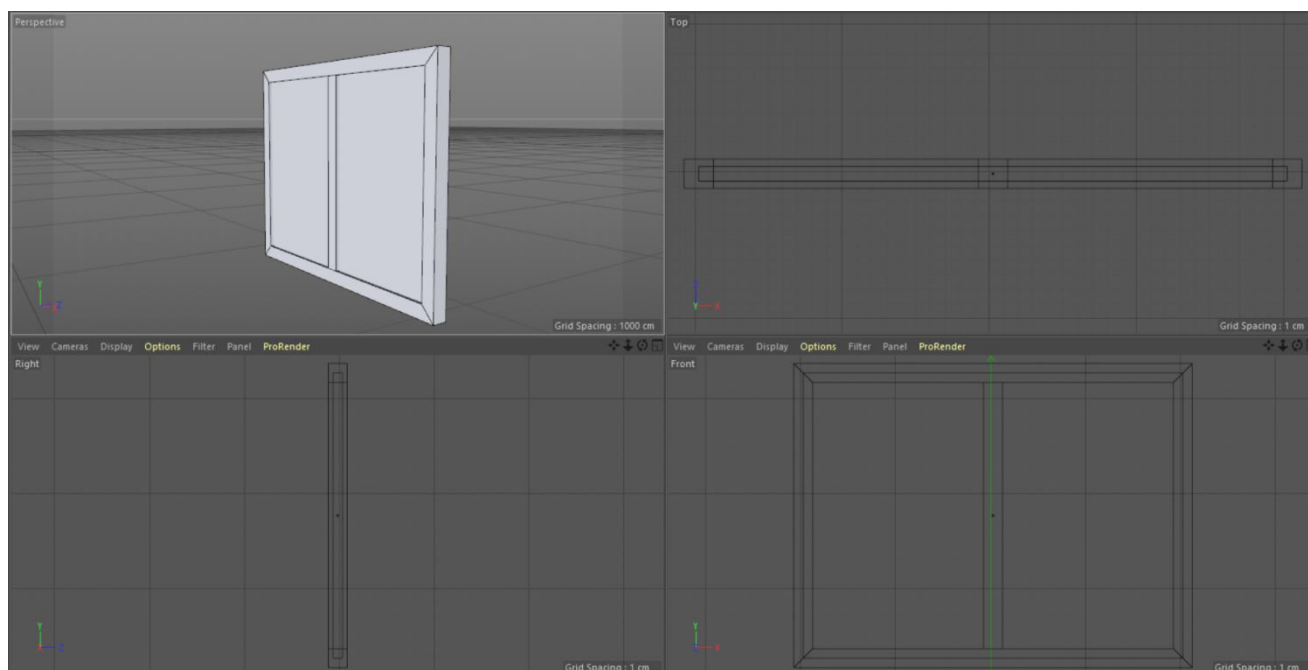


Рисунок 7 – модель окна

В *Cloner* помещается созданный объект, и задаётся режим *GridArray* с такими параметрами, чтобы окна размещались по стене согласно реальным размерам здания.

Балкон состоит из трёх составных частей: основа, защитные панели и ограда, на которой они крепятся. Основа и защитные панели создаются на базе объекта *Cube* с настройкой размеров. Ограда реализуется с помощью объекта *Cylinder*, помещённого в *Cloner*. Однако в режиме *GridArray* создаются лишние экземпляры. Для их удаления можно использовать *MoGraph Selector* в сочетании с эффектором *Planer*: необходимо выделить лишние копии и задать коэффициент изменения размера равный -1. В результате получается объект, изображенный на рисунке 8.

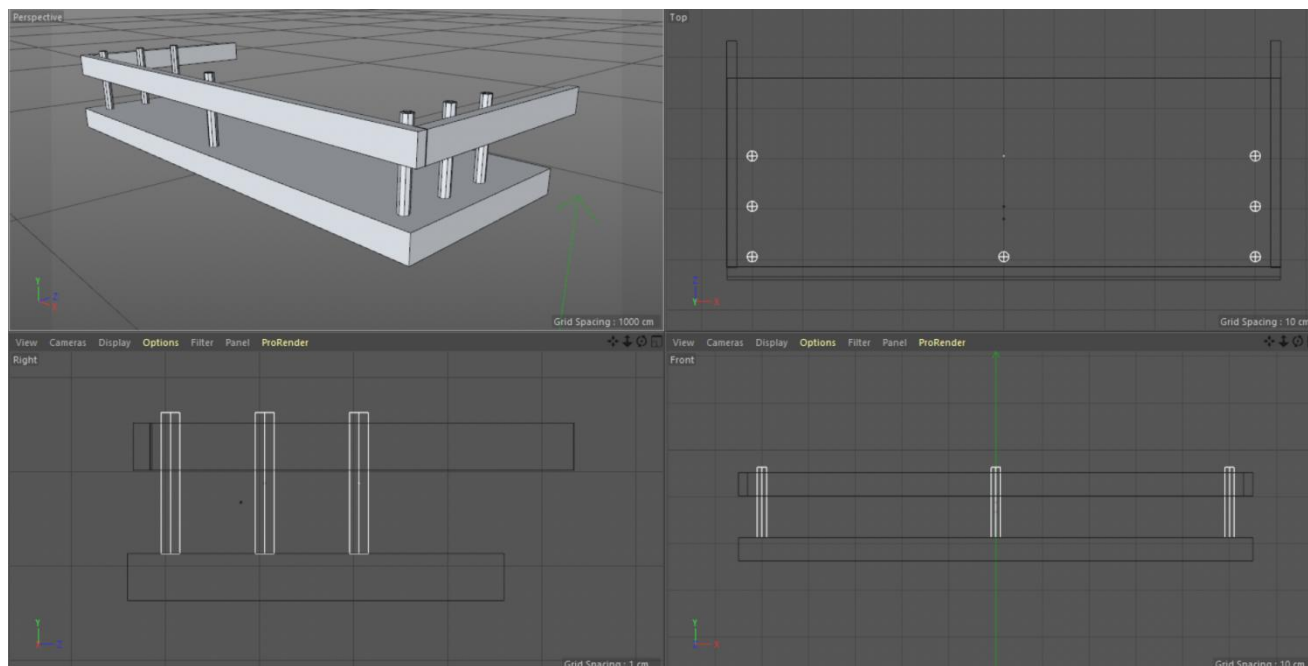


Рисунок 8 – модель балкона

Далее помещаем модель балкона в *Cloner* и настраиваем его согласно размерам реального здания, соединяем все объекты вместе. Для дальнейшей работы с материалами подбираем в качестве образца несколько вариантов из готовой библиотеки. Итоговый результат представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 — Визуализация модели здания с материалами

Аналогичный подход использовался для построения остальных объектов уровня: других типов зданий, дорог, балки. В итоге был получен набор низкополигональных моделей, не нагружающих систему. Для большей оптимизации данные модели были переведены в объекты редактируемого типа и объединены наиболее удобным для наложения материалов способом.

3.6 Разработка текстур и материалов

В сфере разработки трёхмерной графики одним из основных направлений является создание текстур и материалов, которые определяют внешний вид объектов. Материалы содержат информацию о цвете поверхности, её взаимодействии с освещением и других параметрах.

Для создания более реалистичных материалов используют карты — изображения, которые характеризует степень проявления свойства в конкретной

точке поверхности. С помощью них можно настраивать свойства не всей поверхности сразу, а лишь необходимым её частям.

При работе над графикой для трёхмерных игр и приложений часто используют свойство *bump* и соответствующие карты. Это позволяет имитировать сложную геометрию объекта без большой нагрузки на систему. Также этот приём часто дополняют картами *ambient occlusion*. Они добавляют на поверхность объекта заранее просчитанную тень в формате изображения. Таким образом, получается снизить нагрузку на систему за счёт минимизации просчётов освещения без существенной потери визуального объёма объектов [21].

Для реализации сцен приложения «VR-детектор эмоций» в основном используются материалы строительной тематики: дерево, камень, металл, отделочные материалы и другие. Полный список материалов можно увидеть в таблице 7.

Таблица 7 – Материалы

Название	Использование	Степень детализации
Кирпичная кладка	Фасад зданий	Высокая
Штукатурка	Фасад зданий	Высокая
Бетон	Фасад зданий, тротуар	Высокая
Асфальт	Дороги	Низкая
Стекло	Окна	Средняя
Металл	Двери, корпус панелей управления	Средняя
Мрамор	Отделка интерьера	Высокая
Дерево	Отделка элементов здания и интерьера	Средняя
Пластик	Отделка элементов здания и интерьера	Средняя
Земля	Область вокруг зданий	Низкая

Стоит разделять материалы на те, которые требуют детальной проработки и те, которые могут быть упрощены с целью оптимизации сцены. Такое деление

можно провести по признаку близости к пользователю: если объекты с определённым материалом находятся вдали, то смысла в их детальной проработке нет.

В процессе разработки материалов для данного проекта были найдены и обработаны изображения поверхности необходимых предметов. В некоторых случаях на их основе были созданы дополнительные карты. На рисунке 10 представлены карты, используемые при разработке материала «кирпичная кладка».

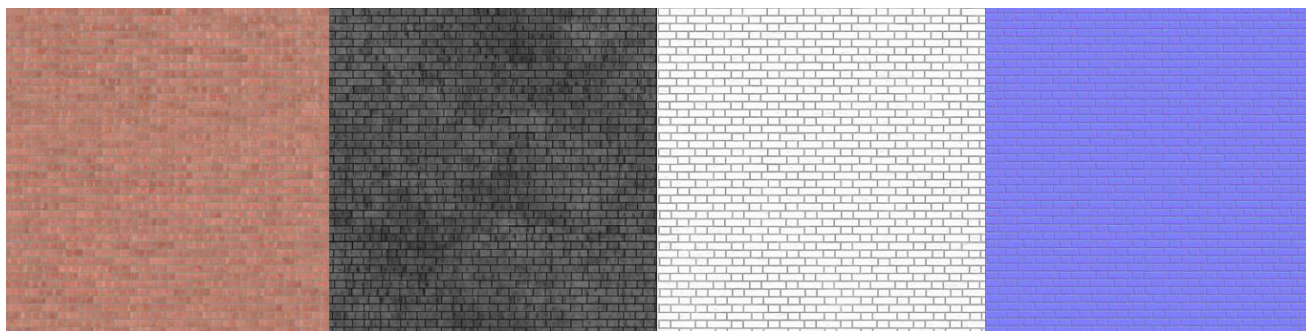


Рисунок 10 – Карты материала «Кирпичная кладка»

Для создания этого материала были применены карты *color*, *glossiness*, *bump*, *ambient occlusion* и карты нормалей. В результате получился реалистичный материал с детализированной поверхностью, изображённый на рисунке 11. В данном случае это оправдано, так как в рамках уровня пользователь видит его достаточно близко.

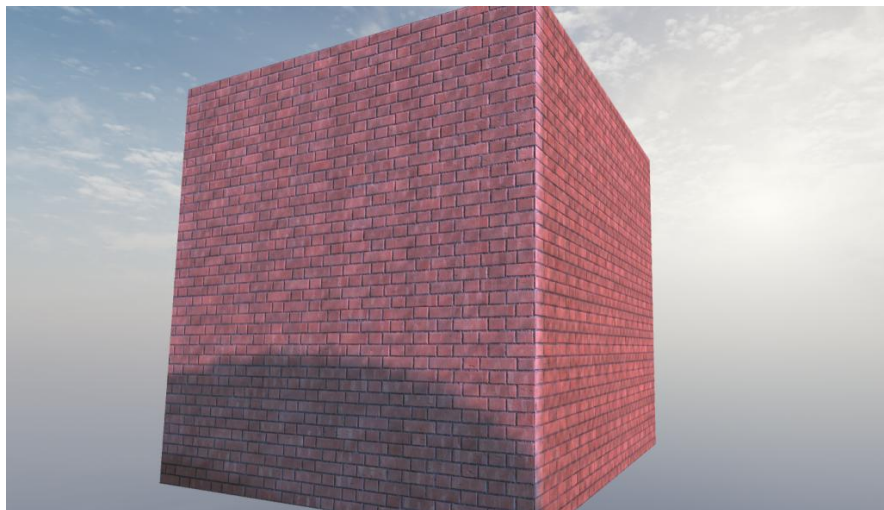


Рисунок 11 – материал «Кирпичная кладка»

Аналогичным образом создаются и остальные материалы. Для оптимизации в некоторых случаях количество карт сводится к минимуму. Также могут быть использованы карты пониженного разрешения.

4 Реализация системы

Приложение «VR-детектор эмоций» представлено набором файлов, образующих проект в рамках среды разработки *Unity3D*. В директории проекта хранятся как исполняемые файлы, так и файлы ресурсов: изображений, моделей, аудиофайлов и так далее.

Для внесения изменений в проект его нужно открыть через редактор *Unity editor*. Там же производится настройка сцен через удобный графический редактор.

Во всех сценах приложения используется нативная система симуляции физики, которая добавляет гравитацию и определяет правила взаимодействия объектов при контакте: невозможность пройти сквозь стены, пол и другие твёрдые предметы.

Также все сцены «VR-детектор эмоций» объединены общим управлением. Это необходимо для повышения степени погружения. Управление включает в себя перемещение по сцене и контроль направления взгляда.

4.1 Главное меню

При запуске приложения пользователь попадает в главное меню, представленное соответствующей сценой. Хотя перемещение по данной комнате также доступно, основу взаимодействия составляет работа с панелью управления, представленной на рисунке 12.

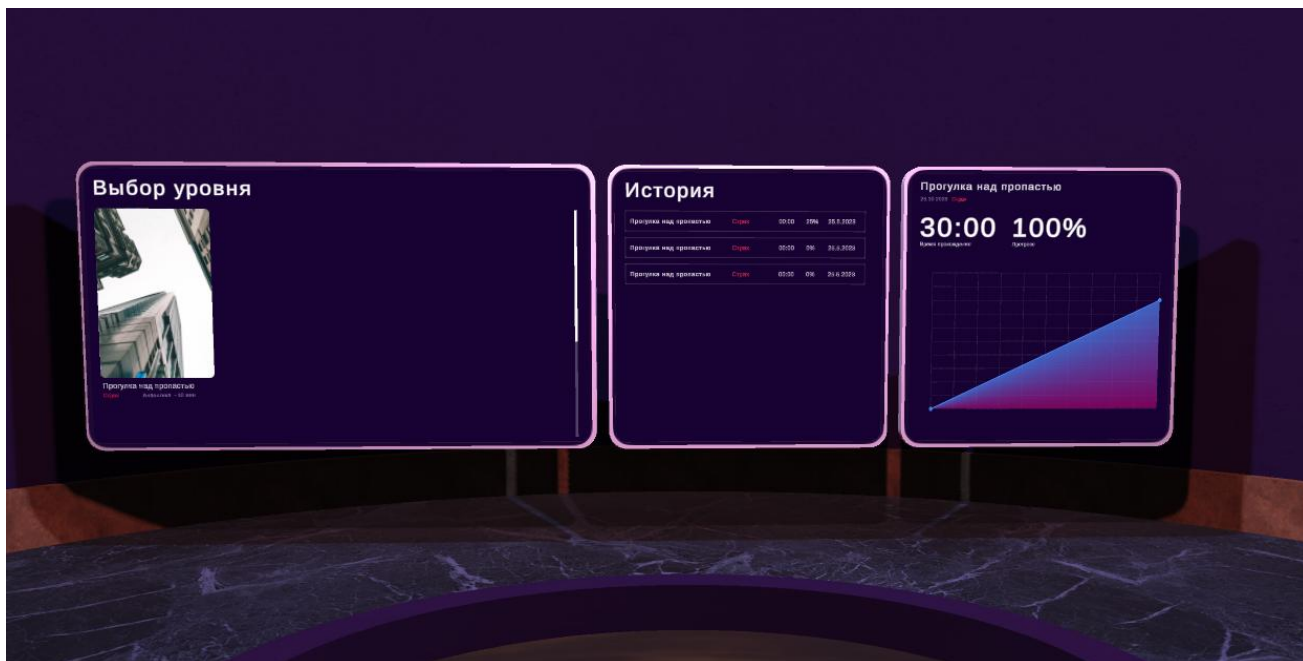


Рисунок 12 — Панель управления

С помощью неё пользователь может выбрать и запустить уровень на панели слева, изучить список завершённых сеансов на центральной панели и детали конкретного сеанса на панели справа.

Панели «Выбор уровня» и «История» реализованы на базе объекта *ScrollRect*, что позволяет уместить любое количество элементов списка. Панель с отображением данных о сеансе не только выводит все данные, хранящиеся в объектах класса *DataCollector*, привязанных к выбранному уровню, но и визуализирует их с помощью библиотеки *GraphAndChart*.

Для создания спокойной и дружелюбной обстановки в комнате главного меню, что является важной задачей с учётом целевой аудитории проекта, были подобраны соответствующие материалы и источники освещения.

4.2 Демонстрационный уровень

После выбора уровня на панели происходит переход на другую сцену. Перед началом прохождения пользователю предлагается ознакомиться с

описанием уровня с возможностью отменить старт уровня, вернувшись в главное меню.

После ознакомления с описанием запускается прохождение. В рамках демонстрационного уровня на старте пользователь видит окружение, представленное на рисунке 13.

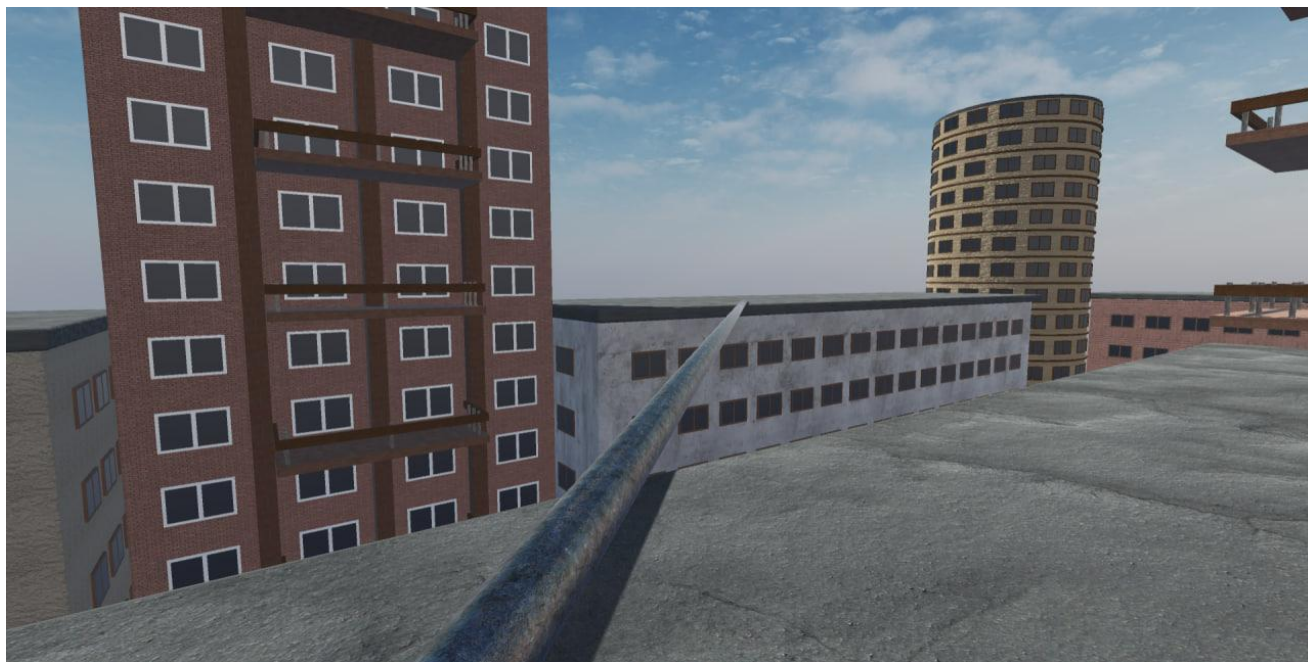


Рисунок 13 – Стартовое окружение уровня «Прогулка над пропастью»

У каждого уровня есть стартовая точка и условия его завершения. В уровне «Прогулка над пропастью» прохождение уровня привязано к достижению заданной точки в пространстве. По выполнении задачи уровня или досрочному завершению прохождения, пользователь видит панель с основными характеристиками сеанса, изображённую на рисунке 14.

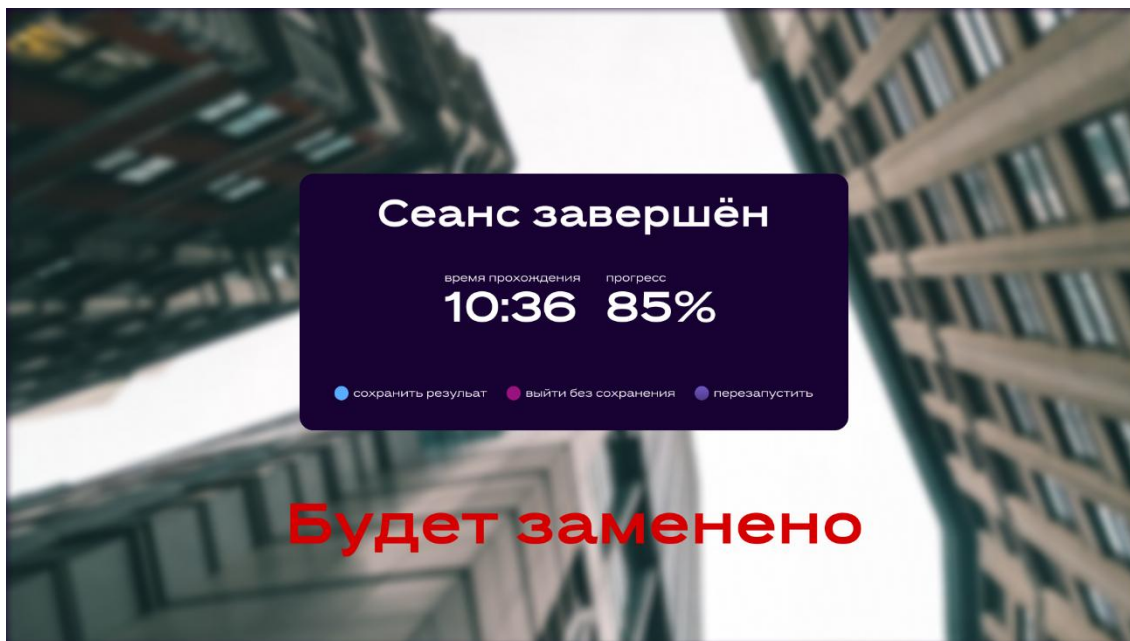


Рисунок 14 – Панель завершения уровня

Далее предлагается 3 варианта завершения уровня: сохранение результата, выход без сохранения, и перезапуск уровня. При выборе первого варианта сеанс запишется в БД, что в дальнейшем отобразится на соответствующей панели в главном меню. В остальных случаях данные о сеансе будут потеряны.

4.3 Сбор данных

В приложении «VR-детектор эмоций» сбор данных реализован на базе объектов-датчиков, подробно описанных в разделе 3.2. В демонстрационном уровне используются датчики отслеживания прогресса, направления взгляда и времени прохождения.

Для отслеживания прогресса в рамках данного приложения все уровни делятся на несколько этапов, последовательное прохождение которых приближает пользователя к завершению уровня. Таким образом, текущий прогресс сессии представляет собой отношение пройденных этапов к их общему числу.

В демонстрационном уровне «Прогулка над пропастью» этапы определены через точки в пространстве. Функцию фиксации достижения этих точек выполняет объект класса *PathProgressSensor*. Он оценивает расстояние от игрока до контрольной точки и при приближении к ней на заданное расстояние отправляет объекту класса *ProgressMeter* время, прошедшее с запуска уровня. Это позволяет отслеживать динамику прохождения уровня.

Отслеживание взгляда производится на основе инструмента RayCast[23], который входит в модуль симуляции физики Unity3D. Данный инструмент позволяет смоделировать виртуальный луч, исходящий из центра области видимости пользователя. Такой луч не визуализируется. С помощью него можно получить информацию об объекте, который он пересекает.

Простой набор всех объектов, на которые смотрел пользователь, неудобен для анализа. Поэтому в рамках уровней данного приложения выделяются категории объектов согласно психологической концепции. Объект-датчик *SightSensor* в сочетании с *SightRecorder* не только фиксирует объекты по заданным категориям, но и рассчитывает распределение внимания в процессе прохождения уровня.

Объект класса *TimeSensor* в рамках уровня «Прогулка над пропастью» выполняет тривиальную задачу отсчёта времени с момента запуска уровня. Однако в нём содержится ещё одна функция, не используемая в демонстрационном уровне: фиксация временных отрезков по какому-либо событию. Данная возможность позволяет отслеживать время реакции человека на изменения окружения или оценивать скорость решения подзадач уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время написания выпускной квалификационной работы было разработано VR-приложение «VR-детектор эмоций». Все поставленные задачи были выполнены.

В процессе анализа существующих программных продуктов в области психологической помощи с использованием технологий виртуальной реальности, были выявлены недостатки: низкая степень интерактивности, и минимальная возможность адаптации уровней под конкретные задачи.

Разработанное приложение представляет собой модульную систему-конструктор, позволяющую создавать сцены с высокой вариативностью собираемых данных.

«VR-детектор эмоций» обладает проработанными интерфейсом и системой управления, которые опираются на паттерны поведения человека.

Разработанная система имеет большой потенциал развития. За счёт архитектурных решений удалось достичь универсальности функциональных блоков, что позволяет быстро и с минимальным вмешательством в программный код расширять приложение. Доступно несколько направлений развития. Например, разработка новых уровней, посвящённых разным эмоциям и психологическим концепциям.

Также созданная система позволяет расширять аналитическую составляющую приложения, в том числе через интеграцию с внешними измерительными устройствами для получения информации о пульсе, влажности кожи и других медицинских показателях пользователя.

Однако с текущим уровнем проработки «VR-детектор эмоций» отлично подойдёт для демонстрации продукта потенциальному потребителю и применения на практике в рамках выбранной специализации.

Таким образом, требования технического задания выполнены в полном объёме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пресс-служба ВСК. Статистика ВСК по обращениям в службу психологической поддержки / Пресс-служба ВСК – Текст: электронный // ВСК: интернет-портал. – URL: https://www.vsk.ru/about/press_center/news/v_2022_godu_stressov_u_ros
2. siyan_bilo_v_7_raz_bolshe_chem_v_2021_statistika_vsk_po_obrascheniyam_v_sluzhbu_psihologicheskoi_podderzhki/ (дата обращения: 07.02.2023)
3. Н. Костарнова. О росте обращений за психологической и психиатрической помощью / Н. Костарнова – Текст: электронный // Коммерсант: интернет-портал. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5748777> (дата обращения: 23.04.2023).
4. Е. Лебедева. Анализ роста числа жалоб россиян на тревогу / Е. Лебедева, А. Нефедова. – Текст: электронный // РБК: интернет-портал. – URL: <https://www.rbc.ru/society/26/04/2022/6261ad9e9a7947ba4b87a14b> (дата обращения: 23.04.2023).
5. Психотерапия в профессиональной среде: сайт. – URL: <https://hh.ru/article/30075> (дата обращения: 23.04.2023). – Текст: электронный.
6. Cochrane C.E. Alexithymia in the eating disorders. International Journal of Eating Disorders / C.E. Cochrane, T.D. Brewerton, D.B. Wilson, E.L. Hodges, // International Journal of Eating Disorders. – 1993. – Т. 14, № 2. – С. 219–222.
7. Cox B.J. Alexithymia in panic disorder and social phobia. Comprehensive Psychiatry / B.J. Cox, R.P. Swinson, I.D. Shulman, D. Bourdeau // Comprehensive Psychiatry. – 1995. – Т. 36, № 3. – С. 195–198.
8. Лицензия Unity Companion: сайт. – URL: https://unity3d.com/legal/licenses/Unity_Companion_License (дата обращения: 14.03.2023). – Текст: электронный.

9. Политика конфиденциальности Unity3D: сайт. – URL: <https://unity.com/ru/legal/privacy-policy> (дата обращения: 15.03.2023). – Текст: электронный.

10. Условия использования среды разработки программного обеспечения Unity3D: сайт. – URL: <https://unity.com/legal/terms-of-service> (дата обращения: 14.03.2023). – Текст: электронный.

11. Лицензионное соглашение Microsoft Visual Studio: сайт. – URL: <https://visualstudio.microsoft.com/wp-content/uploads/2020/09/Visual-Studio-Licensing-Whitepaper-Aug-2020.pdf> (дата обращения: 14.03.2023). – Текст: электронный.

12. Freeman D. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders: Psychological and neurocognitive mechanisms / D. Freeman, S. Reeve, A. Robinson, A. Ehlers, D. Clark, B. Splanlang, M. Slater // Psychological Medicine. – 2021. – Т. 51, № 3. – С. 427–440.

13. Описание VR-приложения LimbixVR: сайт. – URL: <https://www.limbix.com/> (дата обращения: 08.04.2023). – Текст: электронный.

14. Описание VR-приложения Psious: сайт. – URL: <https://ameliavirtualcare.com/> (дата обращения: 08.04.2023). – Текст: электронный.

15. Oxford Virtual Reality (VR) for Mental Health: сайт. – URL: <https://www.psych.ox.ac.uk/research/oxford-cognitive-approaches-to-psychosis-ocap/projects-1/oxford-virtual-reality-vr-for-mental-health> (дата обращения: 23.04.2023). – Текст: электронный.

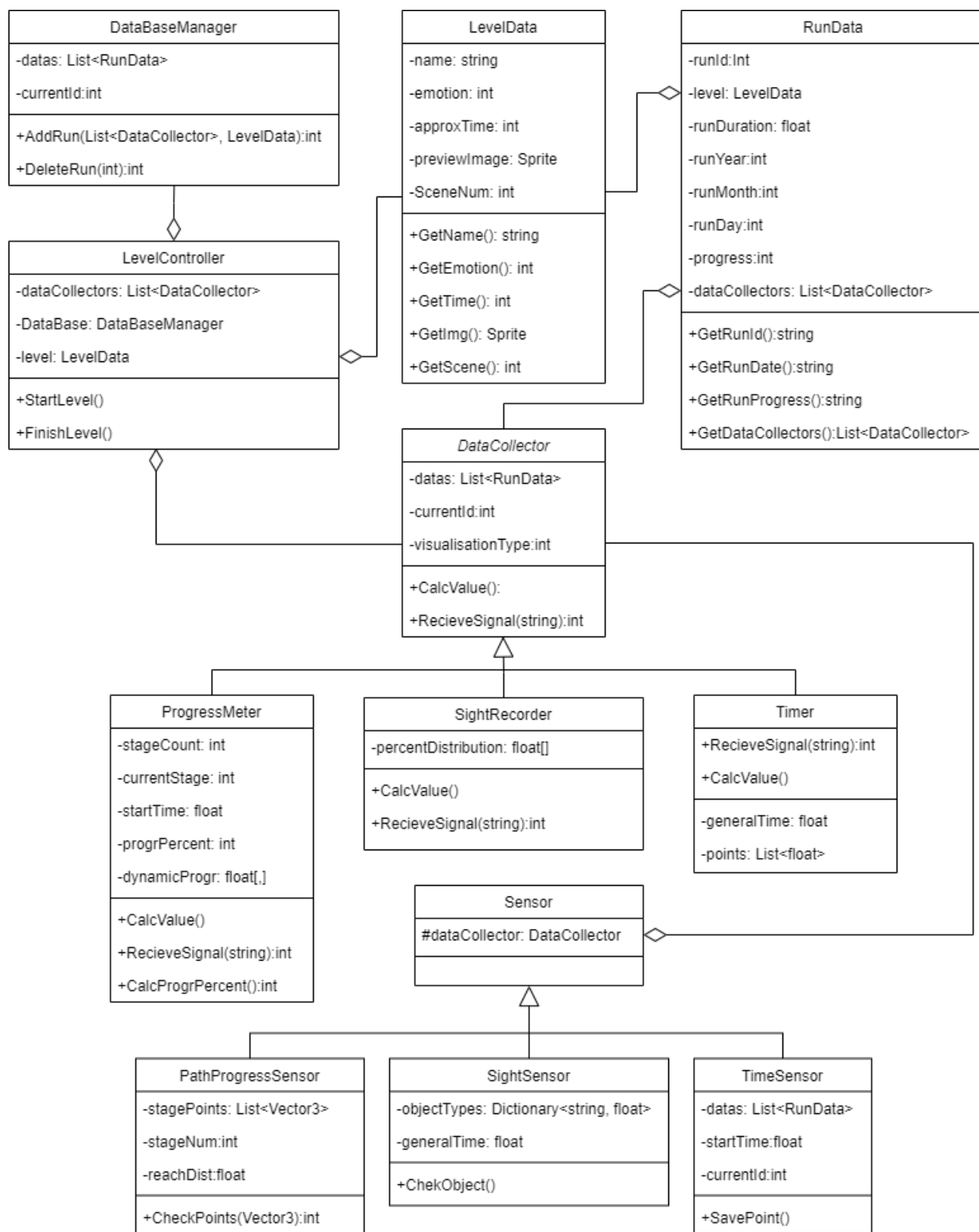
16. Описание VR-приложения Relax VR: сайт. – URL: <https://www.relaxvr.co/> (дата обращения: 08.04.2023). – Текст: электронный.

17. Хокинг, Д. Unity в действии: мультиплатформенная разработка игр на C# / Д. Хокинг — Санкт-Петербург: Питер, 2022. — 576 с.

18. Tufte E.R. The Visual Display of Quantitative Information / E.R. Tufte – Graphics Press, 2001. – 200 с.

19. Купер, А. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Д. Корнин, Р. Рейман. — М.: Символ-Плюс, 2019. — 681 с.
20. Раскин, Д. Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем / Д. Раскин. — М.: Символ-Плюс, 2007. — 263 с.
21. Линовес, Д. Виртуальная реальность в Unity / Д. Линовес. — СПб.: LVR Песс, 2015. — 318 с.
22. Зеньковский, В. А. Cinema 4D. Практическое руководство / В. А. Зеньковский. — М.: СОЛОН Пресс, 2014. — 376 с.
23. Руководство Unity3D: сайт. — URL: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/UnityManual.html> (дата обращения: 08.04.2023). — Текст: электронный.

ПРИЛОЖЕНИЕ А **ДИАГРАММА КЛАССОВ**



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
ЛИСТИНГ

					ВКР.090301.XX 23 81 01	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		