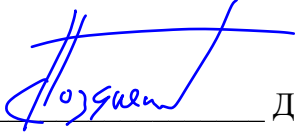


**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО
Совладелец и продуктовый директор
студий Винторог и Contrast Games,
преподаватель департамента программной
инженерии


_____ Д.А. Поздняков
« 29 » апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
профессор департамента
программной инженерии

_____ Н.А.Павлов
« ____ » _____ 2025 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	RU.17701729.05.03-01 51 01-1

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ
РАБОТЫ АВИАДИСПЕТЧЕРА**

Программа и методика испытаний

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.05.03-01 51 01-1

Исполнитель:
студент группы БПИ212
/ Тихонов Т.П. /
« 29 » апреля 2025 г.



**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ
РАБОТЫ АВИАДИСПЕТЧЕРА**

Программа и методика испытаний

RU.17701729.02.02-01 51 01-1

Листов 12

<i>Инв. № подл</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
RU.17701729.05.03- 01 51 01-1				

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	3
1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ.....	4
1.1. Наименование программы	4
1.2. Область применения	4
2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ	5
3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ.....	6
3.1. Требования к составу выполняемых функций.....	6
• Меню:	6
• Настройки:	6
• Меню экрана выбора уровня:	6
• Игровой процесс (Процесс симуляции):.....	6
3.2. Требования к надежности	6
3.3. Требования к интерфейсу.....	7
4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	8
4.1. Состав программной документации	8
4.2. Специальные требования к программной документации	8
5. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ	9
5.1. Технические средства, используемые во время испытаний	9
5.2. Программные средства, используемые во время испытаний	9
5.3. Порядок проведения испытаний	9
6. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ.....	10
6.1. Испытание выполнения требований к программной документации	10
6.2. Проверка требований к интерфейсу - развертывание	10
6.3. Проверка требований к интерфейсу - тестирование	10
6.4. Проверка требований к функциональным характеристикам.....	10
6.4.1. Запуск игры.....	10
6.4.2. Выбор уровня.....	10
6.4.3. Влияние настроек на процесс	10
6.4.4. Игра	11
6.5. Проверка требований к надежности	11
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	12

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

АННОТАЦИЯ

Программа и методика испытаний – это документ, в котором содержится информация о программном продукте, а также полное описание приемочных испытаний для данного программного продукта.

Настоящая Программа и методика испытаний для «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера» содержит следующие разделы: «Объект испытаний», «Цель испытаний», «Требования к программе», «Требования к программной документации», «Средства и порядок испытаний».

В разделе «Объект испытаний» указано наименование и область применения программы.

В разделе «Цель испытаний» указана цель проведения испытаний. Раздел «Требования к программе» содержит основные требования к программе, которые подлежат проверке во время испытаний.

Раздел «Требования к программным документам» содержит состав программной документации, которая представляется на испытания.

Раздел «Средства и порядок испытаний» содержит информацию о технических и программных средствах, которые следует использовать во время испытаний, а также порядок этих испытаний.

Раздел «Методы испытаний» содержит информацию об используемых методах испытаний.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

1.1. Наименование программы

Полное наименование программы – «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера».

1.2. Область применения

Кроссплатформенная мобильная игра-симулятор авиадиспетчера со сценарными уровнями по реальным авиапроисшествиям и свободным режимом «Песочницы», в котором игрок может симулировать поведение авиадиспетчера в разных аэропортах. Игра будет адаптирована для устройств с сенсорным экраном.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

Испытания проводились с целью проверки корректности выполнения функций программы, перечисленных в разделе «Требования к программе».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

3.1. Требования к составу выполняемых функций

Программа должна соответствовать следующим требованиям к надежности и составу выполняемых функций, указанным в документе «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера. Техническое задание»:

Программа должна обеспечивать следующий набор функций:

- **Меню:**
- Главное меню приложения должно включать:
 - Кнопку «Начать игру» для перехода к выбору уровня.
 - Кнопку «Настройки» для управления параметрами игры.
 - Кнопку «Выход» для завершения работы приложения.
- **Настройки:**
- Пользователь должен иметь возможность настроить следующие параметры игры:
 - Уровень сложности (новичок, средний, профессионал).
 - Включение/выключение звуковых эффектов.
 - Настройка графики (низкое, среднее, высокое качество).
 - Включение/выключение подсказок.
 - Файловое окно загрузки пользовательского уровня с описанием формата
- **Меню экрана выбора уровня:**
 - Должно отображаться список доступных уровней с их кратким описанием.
 - Включает в себя информацию о сложности и целях уровня.
 - Кнопка «Начать уровень» для начала симуляции выбранного уровня.
- **Игровой процесс (Процесс симуляции):**
- Симуляция работы авиадиспетчера должна включать:
 - Управление воздушным движением с помощью системы контроля (перемещение самолетов, управление взлетами и посадками).
 - Взаимодействие с пилотами, разрешения и команды на выполнение действий.
 - Контроль за погодными условиями, расписанием и экстренными ситуациями.
 - Оценку успешности управления трафиком, ведение статистики, отображение результатов игрока в реальном времени.

3.2. Требования к надежности

Надежное (устойчивое) функционирование программы должно быть обеспечено выполнением совокупности организационно-технических мероприятий, перечень которых приведен ниже:

- 1) организацией бесперебойного питания технических средств;
- 2) выполнением рекомендаций Министерства труда и социального развития РФ, изложенных в Постановлении от 23 июля 1998 г. «Об утверждении межотраслевых типовых норм времени на работы по сервисному обслуживанию ПЭВМ и оргтехники и сопровождению программных средств»;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- 3) выполнением требований ГОСТ 51188-98. Защита информации. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов;
- 4) необходимым уровнем квалификации сотрудников профильных подразделений.
- 5) корректность предоставленных данных

Приложение должно блокировать несанкционированный доступ в личный кабинет пользователя.

3.3. Требования к интерфейсу

Интерфейс программы «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера» должен удовлетворять следующим требованиям:

- **Интуитивность и простота:**
 - Интерфейс должен быть понятным и удобным для пользователей без необходимости читать инструкции или проходить обучающие материалы. Все элементы управления и их функции должны быть легко доступны и логически упорядочены.
- **Язык интерфейса:**
 - Основным языком интерфейса должен быть **английский**. При этом текст должен быть кратким, понятным и содержать минимальное количество специализированных терминов для упрощения взаимодействия пользователей с различным уровнем подготовки.
- **Плавность работы:**
 - Интерфейс должен обеспечивать **плавные переходы** между экранами и анимацию элементов управления без задержек и зависаний. Анимации и изменения экрана должны происходить без рывков, обеспечивая высокое качество восприятия.
- **Стабильность отображения:**
 - Все элементы интерфейса (кнопки, меню, индикаторы) должны корректно и стабильно отображаться на экранах устройств с разными разрешениями и соотношениями сторон (только на планшетах).
- **Реакция на действия пользователя:**
 - Интерфейс должен мгновенно реагировать на нажатия и взаимодействия пользователя без видимых задержек.
 - В случае загрузки или обработки данных должны отображаться индикаторы выполнения для информирования пользователя о состоянии процесса.
- **Адаптивный дизайн:**
 - Интерфейс должен корректно отображаться на устройствах с разными характеристиками, включая планшеты с различными разрешениями экрана, диагоналями и плотностью пикселей.
- **Удобство взаимодействия:**
 - Все кнопки и элементы управления должны иметь достаточно большую площадь для комфортного взаимодействия при касании экрана.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

4.1. Состав программной документации

1. Техническое задание (ГОСТ 19.201-78)
2. Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-78)
3. Текст программы (ГОСТ 19.401-78)
4. Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79)

4.2. Специальные требования к программной документации

1. Все документы к программе должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 19.106-78 [6] и ГОСТ к этому виду документа.
2. Вся документация сдается в печатном виде, при этом она должна быть обязательно подписана руководителем организации, утвердившей документ на разработку, руководителем разработки и исполнителем перед сдачей курсовой работы в информационно-образовательную среду НИУ ВШЭ LMS (Learning management system) и ее защитой.
3. Вся документация также сдается в электронном виде в формате .pdf или .docx. Все документы перед защитой курсовой работы должны быть загружены в информационно-образовательную среду НИУ ВШЭ LMS (Learning management system) в личном кабинете во вкладке «Проекты» - «Курсовая работа».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ

5.1. Технические средства, используемые во время испытаний

Для полноценного тестирования приложения необходим планшетный компьютер или эмулятор, обладающий следующими минимальными характеристиками для Android:

- 1) 1 Gb оперативной памяти
- 2) 500 Mb свободного дискового пространства
- 3) Разрешением не менее 1024 на 512 пикселей

5.2. Программные средства, используемые во время испытаний

Для проведения тестирования на компьютере должны быть установлены:

- 1) DART
- 2) FLUTTER
- 3) ANDROID SDK для эмуляции

Или же физический планшет на базе операционной системы Android 13 и выше с разрешением экрана от 1024 на 512 пикселей.

5.3. Порядок проведения испытаний

Испытания должны проводиться в следующем порядке:

- 1) проверка требований к программной документации
- 2) конфигурирование базы данных и запуск приложения
- 3) проверка требований к интерфейсу
- 4) проверка требований к функциональным характеристикам
- 5) проверка требований к надежности

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

6. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

6.1. Испытание выполнения требований к программной документации

Состав программной документации проверяется визуально, проверяется наличие всех подписей и наличие программной документации в системе LMS. Также визуально проверяется соответствие документации требованиям ГОСТ. Все документы удовлетворяют представленным требованиям.

6.2. Проверка требований к интерфейсу - развертывание

Действия, необходимые для развертывания приложения, описаны в документе «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера. Руководство оператора»

6.3. Проверка требований к интерфейсу - тестирование

Приложение корректно отображается на разных устройствах. Решение – запуск и проход по экранам на эмуляторах с различным разрешением.

6.4. Проверка требований к функциональным характеристикам

6.4.1. Запуск игры

При запуске игры необходимо проверить:

- Отображается ли стартовое меню.
- Быстро ли происходит запуск приложения (в пределах 2-3 секунд).
- Нет ли задержек или багов при инициализации компонентов игры.

6.4.2. Выбор уровня

Проверки должны включать:

- Корректное отображение и выбор доступных уровней сложности (например, разные аэропорты или погодные условия).
- Проверить переход к каждому уровню без ошибок.
- Наличие подтверждения выбора уровня и возврата в меню при необходимости.

6.4.3. Влияние настроек на процесс

Требования проверки включают:

- Проверить, корректно ли сохраняются и применяются изменения в настройках игры (например, громкость, графика, сложность).
- Изменение настроек не должно приводить к сбоям в игре.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- Настройки должны корректно влиять на игровой процесс (например, изменение сложности должно менять количество самолетов или скорость их передвижения).

6.4.4. Игра

Тестирование включает:

- Проверка стабильности игрового процесса в течение как коротких, так и длительных игровых сессий.
- Адекватная реакция управления (выдача команды самолету, реакция на команды) без задержек.
- Тестирование всех игровых функций, включая взаимодействие с самолетами, погодными условиями и диспетчерскими командами.
- Отсутствие критических ошибок, приводящих к краху игры.

6.5. Проверка требований к надежности

Проверка надежности игры должна включать:

- **Тестирование на устойчивость:** игра должна стабильно работать при многократных запусках, переходах между уровнями, изменении настроек.
- **Проверка на слабых устройствах:** необходимо убедиться, что игра запускается и работает без серьезных лагов или задержек на минимально поддерживаемых устройствах.
- **Тестирование при нестабильной сети:** если игра использует онлайн-компоненты, важно проверить, как она ведет себя при разрыве интернет-соединения или медленном интернете.
- **Защита от потери данных:** убедиться, что настройки пользователя и прогресс в уровнях корректно сохраняются и не теряются при неожиданном выходе из игры.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Лист регистрации изменений

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Отзыв руководителя
о прохождении преддипломной практики студентом группы БПИ212
образовательной программы 09.03.04 «Программная инженерия»
факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ
Позднякова Дениса Алексеевича

Во время практики студент работал над ВКР на тему

Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера

Период прохождения практики: с 01 апреля 2025 г. по 30 апреля 2025 г.

С отчетом по практике студента Тихонова Тимофея Павловича ознакомлен.

Перед студентом были поставлены задачи:

- 1) Завершение разработки и испытаний программного проекта в соответствии с утвержденным техническим заданием.
- 2) Подготовка программной документации на разработанный программный проект.
- 3) Подготовка завершенного текста ВКР со всеми необходимыми разделами и приложениями.
- 4) Подготовка презентации для отчета о результатах преддипломной практики, предзащиты выпускной квалификационной работы.

Краткая характеристика работы и достигнутых результатов

В ходе работы над проектом была реализована большая часть запланированного функционала, в том числе мобильное приложение для Android с основными игровыми механиками симулятора авиадиспетчера. Студент активно использовал современные технологии кроссплатформенной разработки и показал уверенные навыки в архитектурном проектировании, оптимизации производительности и работе с графикой.

К сильным сторонам студента можно отнести высокий уровень самообучаемости, умение адаптироваться к новым инструментам (в частности, движку Flame), а также системный подход к решению задач. Были успешно внесены финальные правки в техническую документацию (Техническое Задание и Программа и Методика Испытаний), а также подготовлены материалы для итоговой аттестации (текст ВКР и презентация).

Вместе с тем, отдельные элементы программной документации — **Руководство Оператора, Руководство Пользователя**, а также **golden-тесты** — не были завершены в полном объеме к моменту окончания практики. Это следует учитывать при дальнейшем завершении проекта и подготовке к итоговой защите.

В целом, студент продемонстрировал высокий уровень профессиональной подготовки, самостоятельности и мотивации при реализации сложного программного продукта с элементами новых игровых механик и физики движения. Проект имеет высокую степень готовности и практическую значимость.

Студент Тихонов Тимофей Павлович во время прохождения практики проявил себя как проявил себя как ответственный и целеустремлённый разработчик, способный самостоятельно ставить задачи и добиваться их выполнения.

Задание на практику выполнено в полном объеме. Студент Тихонов Тимофей Павлович проявил положительные качества в части изучения новых технологий и фокусировании на новых задачах своей дипломной работы и заслуживает оценки отлично (8 баллов из 10)

Совладелец и продуктовый директор студий Винторог и Contrast Games, преподаватель
департамента программной инженерии

Место работы, должность

29.04.2025

дата

подпись

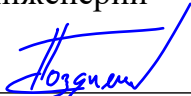
Поздняков Денис Алексеевич
ФИО руководителя практики

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Образовательная программа «Программная инженерия»

СОГЛАСОВАНО

Совладелец и продуктовый директор студий Винторог и Contrast Games, преподаватель департамента программной инженерии


 Д. А. Поздняков

« 29 »
апреля

2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель образовательной программы «Программная инженерия», старший преподаватель департамента программной инженерии

 Н.А. Павлов

« __ »

2025 г.

**Выпускная квалификационная работа
(проектно-исследовательская)**

на тему:

**Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера
по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»**

ВЫПОЛНИЛ

студент группы БПИ213
образовательной программы
09.03.04 «Программная инженерия»

Т. П. Тихонов

« 29 » апреля 2025 г.

Москва – 2025

Реферат

Данная работа представляет собой мобильное приложение – симулятор работы авиадиспетчера, по сути, игру для мобильных устройств с элементами симуляции реальных процессов.

Симулятор работы авиадиспетчера в данном случае упрощенная симуляция программного терминала авиадиспетчера, повторяющая основные механики. Приложение предоставляет возможности для развития микро-менеджмента, авиационных знаний и развлечения в местах без интернета.

Работа направлена на реализацию мобильного приложения, где пользователи могут без подключения к интернету почувствовать процессы, связанные с управлением программного терминала полетного диспетчера – разведение бортов, управление трафиком и решение экстренных ситуаций.

Работа содержит: 22 страницы, 3 главы, 3 иллюстрации и 15 источников.

Ключевые слова: симуляция, терминал авиадиспетчера, мобильная игра, микро-менеджмент.

Abstract

Current work is a mobile application that simulates the processes of an air traffic controller, in fact, a game for mobile devices with elements of simulation of real processes.

An air traffic controller simulator in this case is a simplified simulation of an air traffic controller's software terminal, repeating the basic mechanics. The application provides opportunities for the development of micro-management, aviation knowledge and entertainment in places without internet.

The work is aimed at implementing a mobile application where users can feel the processes associated with controlling the flight controller's software terminal without an Internet connection – flight separation, traffic management and emergency management.

The work contains: 22 pages, 3 chapters, 2 illustrations and 0 sources.

Keywords: simulation, air traffic controller terminal.

Основные определения, термины и сокращения

1. **Авиадиспетчер** – специалист, который отвечает за управление воздушным движением в аэропортах и контролирует перемещение самолетов в воздушном пространстве и на земле.
2. **Взлетно-посадочная полоса (ВПП)** – участок аэродрома, предназначенный для взлета и посадки самолетов. ВПП может иметь различные длины и покрытие, которое должно соответствовать типу самолета.
3. **Эшелон полета** – установленная высота, на которой осуществляется полет самолета. Эшелоны разделяются для безопасного передвижения самолетов в воздушном пространстве.
4. **Сценарий** – заранее продуманная последовательность событий в игровом уровне, моделирующая реальную ситуацию для достижения образовательных или развлекательных целей.
5. **Режим «Песочница»** – режим игры, в котором игрок может самостоятельно настраивать параметры игрового процесса, такие как аэропорты, погодные условия, количество самолетов и т. д.
6. **Воздушное пространство** – зона над земной поверхностью, в которой осуществляется управление и контроль воздушного движения. Включает в себя различные эшелоны для полетов.
7. **Коммуникация** – процесс обмена информацией между диспетчером и пилотом, который происходит для обеспечения безопасности полетов и своевременного выполнения команд.
8. **Инцидент** – происшествие в авиации, которое связано с нарушением безопасности полетов, но не обязательно приводит к аварии или катастрофе.
9. **Маршрут** – запланированная траектория полета самолета, которая определяет его движение из одной точки в другую с учетом эшелонов и разрешенных воздушных коридоров.
10. **Руление** – движение самолета по земле между стоянкой, терминалом и взлетно-посадочной полосой, включая выруливание на полосу перед взлетом или после посадки.
11. **Управление воздушным движением (УВД)** – процесс обеспечения безопасного, эффективного и упорядоченного движения воздушных судов
12. **Фреймворк** – программная платформа, предоставляющая инструменты и библиотеки для разработки приложений. Ускоряет разработку за счет готовых компонентов.
13. **Игровой движок** – программное обеспечение для разработки видеоигр, которое предоставляет инструменты для создания графики, физики, звука и логики игры.

Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера. Тихонов Т. П.

14. **Flutter** – кроссплатформенный фреймворк для разработки мобильных приложений, который позволяет создавать программы для iOS и Android из одного кода на языке Dart.
15. **Flame** – игровой движок для разработки 2D-игр на языке Dart, интегрированный с Flutter. Позволяет легко разрабатывать мобильные игры с минимальными затратами ресурсов.

Содержание

Реферат	2
Abstract	3
Основные определения, термины и сокращения	4
Содержание	6
Введение	7
1. Глава 1. Предметная область и существующие решения	8
1.1. Описание предметной области.....	8
1.2. Описание существующих решений	9
1.2.1. Описание симулятора «towerSimulator3»	9
1.2.2. Описание веб-симулятора «atc-sim.om»	11
1.2.3. Описание мобильного симулятора «АТС 4.0»	12
1.3. Описание разрабатываемого решения «TouchDispatch».....	12
1.4. Анализ существующих решений	13
Выводы по главе	15
2. Глава 2. Проектирование приложения	16
2.1. Пользовательские сценарии.....	16
2.2. Архитектура приложения	17
2.3. Выбор методов и средств реализации.....	18
2.3.1. Мобильное приложение	18
2.3.2. Распространение мобильного приложения.....	19
Проект будет распространяться на площадках GooglePlay, Rustore и AppStore.	19
2.3.3. Среды для разработки	19
Выводы по главе	19
3. Глава 3. Программная реализация	20
3.1. Структура проекта.....	20
3.2. Основные программные компоненты	20
Выводы по главе	21
Заключение	22
Список используемой литературы	23

Введение

Мобильные игры с элементами микро-менеджмента и симуляции достаточно часто привлекают взор геймеров. По данным площадки VK Play [1] – 81% предпочитают мобильные игры, а популярность жанра «Симулятор» около 50%.

Одним из сложных и интересных процессов доступных к симуляции – управление воздушным пространством (УВД). Это представляет собой сложный и ответственный процесс, который требует высокой степени концентрации, анализа и быстрого принятия решений. Симуляторы УВД предоставляют уникальную возможность игрокам погрузиться в эту захватывающую сферу, позволяя им стать авиадиспетчерами и управлять движением самолетов в реальном времени (в вымышленном мире).

Игроки учатся анализировать ситуации, принимать решения под давлением и управлять многими задачами одновременно. Это создает интересный игровой процесс, который сочетает в себе элементы стратегии и тактики, а также микро-менеджмента.

Кроме того, такие игры способствуют развитию навыков планирования и управления ресурсами. Они позволяют игрокам взаимодействовать с различными сценариями, включая изменения погодных условий и непредвиденные ситуации, что делает игру более реалистичной и увлекательной. В результате мобильные симуляторы УВД становятся не только развлечением, но и полезным инструментом для тренировки аналитических и организационных способностей. Целью данной работы является разработка мобильного приложения – игры-симулятора программного терминала авиадиспетчера.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Анализ существующих решений;
2. Формирование требований к механикам симулятора;
3. Выбор методов и средств разработки;
4. Проектирование архитектуры;
5. Программная реализация программы (мобильного приложения);
6. Тестирование мобильного приложения на разных платформах;
7. Разработка технической документации;

1. Глава 1. Предметная область и существующие решения

1.1. Описание предметной области

Управление воздушным движением (УВД) представляет собой сложный и многогранный процесс, который включает в себя множество компонентов и этапов. Основная задача УВД заключается в обеспечении безопасного и эффективного перемещения воздушных судов (ВС) через контролируемые зоны, предотвращении столкновений и оптимизации потоков движения.

Основные процессы управления воздушным движением

1. **Мониторинг воздушной обстановки:** Диспетчеры УВД используют радиотехнические средства для отслеживания местоположения ВС, их высоты, скорости и направления движения. Это осуществляется с помощью радаров и других систем навигации, которые предоставляют актуальную информацию о состоянии воздушного пространства.
2. **Планирование траекторий:** на основе полученных данных диспетчеры разрабатывают оптимальные маршруты для каждого ВС. Это включает в себя определение высот полета, временных интервалов для перехода между секторами и планирование подхода к аэродромам. Важно учитывать не только текущую обстановку, но и прогнозируемые изменения, такие как погодные условия или изменения в расписании рейсов.
3. **Координация действий:** Диспетчеры должны взаимодействовать не только с экипажами ВС, но и с другими диспетчерами, работающими в смежных зонах. Это требует высокой степени координации и обмена информацией для обеспечения плавного перехода ВС из одной зоны ответственности в другую.
4. **Управление конфликтами:** В процессе управления могут возникать ситуации, когда два или более ВС находятся на потенциально конфликтующих траекториях. Диспетчеры должны быстро оценивать ситуацию и принимать решения для разрешения конфликтов, что может включать изменение высоты или курса одного из ВС.
5. **Обеспечение безопасности:** Безопасность является приоритетом в УВД. Диспетчеры следят за соблюдением норм эшелонирования и принимают меры для предотвращения опасного сближения ВС как по горизонтали, так и по вертикали. Также они предоставляют экипажам информацию о метеорологических условиях и других факторах, которые могут повлиять на безопасность полета.

Все это с разной степенью детализации процессов можно повторить в мобильном приложении,

Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера. Тихонов Т. П.

сохранив при этом увлекательность игры. Разработка мобильного симулятора авиадиспетчера позволит пользователям погрузиться в этот увлекательный мир, испытать на себе все аспекты управления воздушным движением и развить навыки критического мышления и принятия решений в стрессовых ситуациях. И конечно развлечь себя, находясь в аэропорту без интернета.

1.2. Описание существующих решений

В основном симуляторы отличаются платформами и степенью казуальности (простоты), то есть точностью повторений механик реального программного терминала. Есть сложные дорогие 3D-симуляторы для персональных компьютеров с полным копированием функционала текущих терминалов авиадиспетчеров. (Прим. «Airpalette»[2], «towerSimulator3»[3])

Есть открытые проекты, разработанные энтузиастами для WEB. (openscope.io[4], atc-sim.com[5]) Есть казуальные игры для мобильных устройств, простые и неинтересные для взрослых энтузиастов, нету одного четкого представителя этих игр, так как создатели очень часто перевыпускают их под новым названием, удаляя старый экземпляр. В качестве примера для сравнительного анализа из мобильных симуляторов давайте возьмем «АТС 4.0»[5].

Для сравнения в качестве профессионального симулятора под Windows будем рассматривать «towerSimulator3», в качестве Web-решения рассмотрим atc-sim.com.

1.2.1. Описание симулятора «towerSimulator3»

towerSimulator3— это профессиональный симулятор управления воздушным движением, разработанный компанией «FeelThere». Игра предназначена для платформы **ПК** и доступна через сервис Steam. Она сочетает в себе элементы стратегии и симуляции, предоставляя пользователям возможность погрузиться в реалистичную среду авиадиспетчерской работы. Стоимость игры варьируется время от времени от 30 до 60 долларов США. Это полноценный и профессиональный симулятор, на который можно равняться при разработке.

Основные функции и особенности:

- **Реалистичная симуляция УВД:** Управление воздушным движением с использованием инструментов и технологий, применяемых в реальной практике.
- **Современное распознавание голоса:** Возможность общения с виртуальными пилотами через голосовые команды.
- **Детализированные аэропорты:** В базовой версии доступно 9 аэропортов, включая KLAX (Лос-Анджелес), VIDP (Дели) и VRMM (Мале). Дополнительные аэропорты доступны в виде

Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера. Тихонов Т. П.

платных DLC.

- **Интуитивный 2D интерфейс:** Удобная навигация и управление воздушным движением через обновленный графический интерфейс, внутри 3D-мира.
- **Динамическое освещение:** Система освещения, адаптирующаяся к времени суток и погодным условиям, разработанная с использованием технологий из киноиндустрии.
- **3D вид из башни:** полностью смоделированная башня управления для наблюдения за взлетами и посадками самолетов.
- **Поддержка модификаций:** Возможность настройки цифровых полос, ливрей авиакомпаний, терминальных назначений и других параметров.
- **Использование в профессиональной подготовке:** Симулятор применяется для обучения реальных авиадиспетчеров.

Платформа:

- **ПК (Windows).** Игра доступна исключительно через платформу Steam.

Системные требования:

Для комфортной работы требуется:

- Процессор: 3.5 GHz
- Оперативная память: 16 GB
- Видеокарта: 4 GB VRAM
- Широкополосное подключение к интернету
- Место на диске: ~20 GB

Tower! Simulator 3 это дорогое решение для качественного отдыха и тренировок. В нем реализованы все возможные механики УВД, в том числе радиообмен с участниками УВД.

1.2.2. Описание веб-симулятора «atc-sim.om»

АТС-Sim — это один из самых реалистичных симуляторов терминала управления воздушным движением, доступный в обычном браузере на базе Chromium. Главный принцип управления в этом симуляторе "векторение", интерфейс примитивный, однако повторяет черты реальных терминалов. Симулятор требует от игроков умения быстро и эффективно принимать решения в условиях динамичного воздушного пространства.

Основные функции и особенности:

- **Интерактивный интерфейс:** Игра использует метки для отображения информации о каждом рейсе, включая номер рейса, высоту и скорость. Это позволяет игрокам быстро ориентироваться в воздушной обстановке.
- **Командная система:** В правой части экрана находится поле для ввода команд, которые адресуются конкретным рейсам. Команды включают:
 - Изменение высоты (например, SWR333 C 2 для установки высоты 2000 футов).
 - Указание магнитного курса (например, SWR333 C 090 для задания курса 90 градусов).
 - Направление на навигационную точку (например, SWR333 C WATFO).
 - Команды на посадку (SWR333 L 27R) и взлет (SWR333 T).
 - Установка скорости полета (например, SWR333 S 200 для установки скорости 200 миль в час).
- **Соблюдение правил эшелонирования:** Игроки должны следить за высотой и расстоянием между самолетами, чтобы избежать конфликтов. При нарушении этих правил метки на локаторе становятся красными, что требует немедленного вмешательства.
- **Список рейсов:** В правой части экрана отображается линейка с рейсами, находящимися под контролем игрока. Желтым цветом обозначены вылетающие рейсы, бежевым — прибывающие. Для каждого рейса указаны ключевые параметры, такие как высота и курс.
- **Учет ветра:** Игроки должны учитывать направление ветра при управлении взлетами и посадками; самолеты должны взлетать и садиться против ветра.

Платформы:

- **Веб-браузер (ПК).** Игра доступна для игры прямо в браузере без необходимости установки дополнительных программ.

АТС-Sim предоставляет пользователям возможность погрузиться в мир управления воздушным движением с высокой степенью реализма. Игра подходит как для начинающих диспетчеров, так и для опытных пользователей, желающих улучшить свои навыки в управлении воздушным пространством. Игра бесплатна, с ограниченным набором аэропортов.

1.2.3. Описание мобильного симулятора «АТС 4.0»

АТС 4.0 – платный казуальный игровой симулятор управления воздушным пространством посредством «векторения» воздушных судов траекторией заданной пальцем. Игра очень проста в освоении – главной ее целью является избежание конфликтных ситуаций и «векторение» по маршруту.

Игра не имеет реальных сходств с профессиональными программами и представляет собой лишь простой досуг. От названных выше аналогов ее отличает простота и динамика геймплея, но реалистичность и симуляция процесса крайне сомнительны. Эта игра крайне проста и во многом повторяет аналоги на мобильных маркетплейсах.

1.3. Описание разрабатываемого решения «TouchDispatch»

Данный раздел представляет собой функциональные требования к разрабатываемому приложению-симулятору.

Игра разработана с учетом современных технологий и предоставляет два интерфейса: игровой и вне игровой, что обеспечивает удобство и доступность для пользователей.

Основные функции и особенности:

- **Два интерфейса:** Игра включает в себя интуитивно понятный игровой интерфейс и внеигровое меню, где пользователи могут выбирать уровни и настраивать параметры игры. Внеигровое меню также предоставляет доступ к учебному уровню, который знакомит игроков с основными правилами воздушного движения и инструкциями по взаимодействию с элементами игры.
- **Сценарные уровни:** Подготовленные разработчиком уровни игры, для отработки разных авиационных инцидентов и обучения в игре.
- **Настройка уровня «Песочница»:** Игроки могут настроить сложность, реалистичность и другие параметры в режиме «Песочница». Это позволяет адаптировать игру под собственные предпочтения и уровень навыков.
- **Интуитивный игровой интерфейс:** Интерфейс адаптирован для сенсорного управления на устройствах с диагональю экрана более 8 дюймов. Основные элементы управления представлены в виде кнопок и иконок, обеспечивая мгновенный отклик на действия пользователя. Управление

Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера. Тихонов Т. П.

в игре представлено механикой «векторение», а также выбором точек к которым должен лететь самолет.

- **Карта воздушного пространства:** Важным элементом игрового интерфейса является карта с трассами, точками и впп, и воздушным пространством, позволяющая игрокам отслеживать положение самолетов и управлять их движением.
- **Панель управления самолетами:** Игроки могут легко управлять основными командами, такими как взлет, посадка и маневры, через специализированную панель управления самолетами.
- **Сервисная панель:** вне игрового интерфейса предусмотрена сервисная панель для выхода из игры с сохранением прогресса, а также для настройки параметров игры, таких как яркость и громкость звука.
- **Объяснительный текст:** По нажатию на клавишу в отдельном окне выводится текст, объясняющий контекст игры и предоставляющий инструкции по использованию вне игрового интерфейса. Это делает игру более доступной для новых пользователей.

Платформы:

- **Мобильные устройства (iOS и Android).** Игра оптимизирована для сенсорного управления на планшетах и смартфонах на обоих платформах.

TouchDispatch предлагает игрокам увлекательный и реалистичный опыт управления воздушным движением в комбинации с захватывающим несложным геймплеем. С возможностью настройки уровней сложности и интуитивно понятным интерфейсом игра подходит как для новичков, так и для опытных пользователей, стремящихся улучшить свои навыки в управлении воздушным пространством и развлечься. Игра должна быть некоторым промежуточным звеном между полной и сложной симуляцией и казуальными играми на мобильные устройства, которые есть сейчас.

1.4. Анализ существующих решений

В Таблице 1 представлено сравнение существующих решений и разрабатываемого мобильного приложения.

Таблица 1 – Сравнение существующих и разрабатываемого решений.

Название	Уровни	Аэропорты	Реалистичность	Графика	Платформы	Цена	Целевая аудитория
Tower Simulator 3	Реальные сценарии	Ограниченный набор реальных аэропортов	Высокая	3D	ПК	\$59.99	Профессионалы, хардкорные симуляторы
ATC-Sim.com	Простые сценарии	Ограниченный набор реальных аэропортов	Выше среднего	2D	Только Веб	Бесплатно	Казуальные игроки, любители авиации
Казуальные мобильные игры(ATC 4.0)	Простые уровни	Очень ограниченный, выдуманные аэропорты	Низкая	Простая 2D	Мобильные устройства	Бесплатно/дешево	Казуальные игроки, мобильные пользователи
Touch Dispatch	Реальные сценарии, песочница	Ограниченный набор сценариев с открытым кодом конструктора новых аэропортов	Выше среднего	2D-реализм	Мобильные устройства	Бесплатно	Энтузиасты, любители симуляторов, взрослые игроки

Выводы по главе

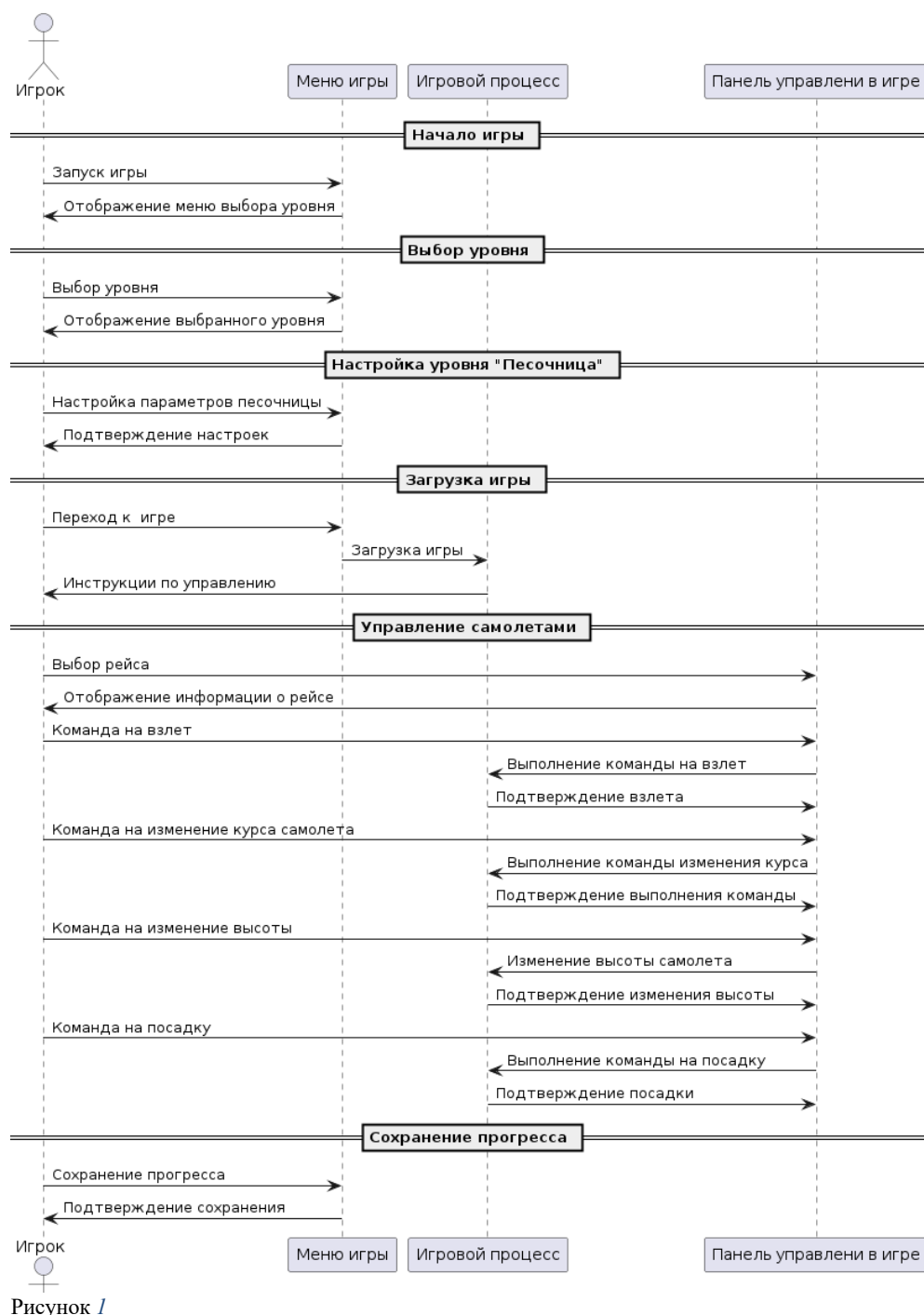
В данной главе рассматривается предметная область и описываются проблемы игр-симуляторов УВД. Также производится обзор существующих решений и их функционала, а затем – обзор разрабатываемого решения в виде функциональных требований и сравнительный анализ между ними.

Далее дается описание архитектуры разрабатываемого приложения.

2. Глава 2. Проектирование приложения

Пользовательские сценарии

В текущем разделе представлен пользовательский сценарий разрабатываемого приложения, которые описывают взаимодействие между игрой и пользователем. Для удобства восприятия они изображены с помощью диаграммы прецедентов и языка моделирования UML [8].



На рисунке 1 показаны все сценарии взаимодействия пользователя с игрой.

2.1. Архитектура приложения

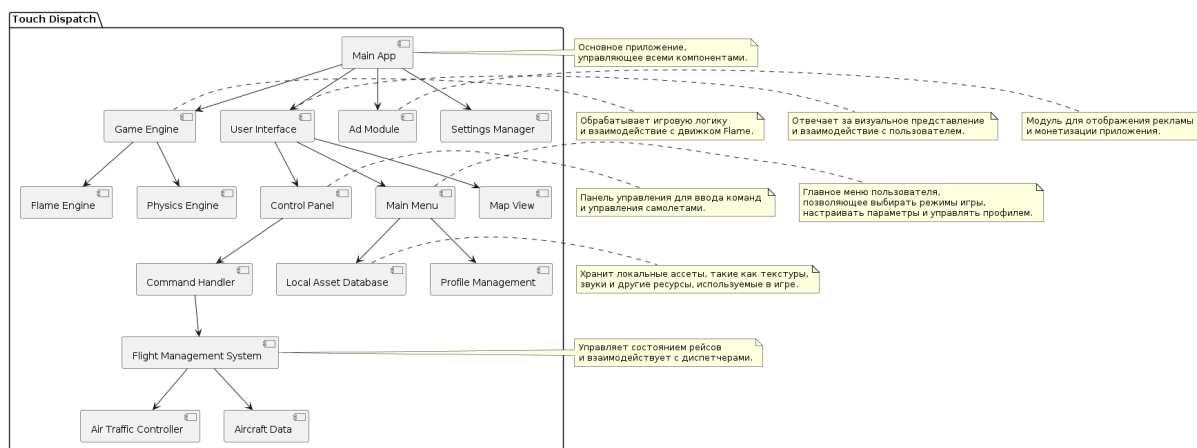


Рисунок 2

Описание диаграммы:

- **Основные компоненты:**

- **Main App:** Основное приложение, управляющее всеми компонентами. Контроллер
- **Game Engine:** Обрабатывает игровую логику и взаимодействие с движком Flame.
- **User Interface:** Отвечает за визуальное представление и взаимодействие с пользователем.
- **Settings Manager:** Управляет настройками приложения, яркость, звуки, соотношение сторон и разрешение экрана.
- **Ad Module (Рекламный модуль):** Сущность, отвечающая за интеграцию рекламы в приложение. Этот модуль может отображать баннеры или видеорекламу для монетизации игры. Также это модуль собирающий аналитику и отправляющий ее в Supabase.
- **Main Menu (Главное меню пользователя):** При входе в игру пользователю будет предложено главное меню, где он сможет:
 - **Выбрать режим игры:** Включает одиночный режим, многопользовательский режим и режим «Песочница».
 - **Настроить параметры:** Настройки звука, яркости, управления и других

параметров игры.

- **Управлять профилем:** Создание нового профиля, редактирование существующего или просмотр статистики.
- **Local Asset Database (Локальная база данных ассетов):** Хранит все необходимые ресурсы для игры, такие как текстуры, звуковые файлы и другие ассеты. Это позволяет быстро загружать ресурсы во время игры без необходимости постоянного обращения к удаленным серверам. В том числе играть без доступа к интернету
- **Подкомпоненты:**
 - **Flame Engine:** Движок, обеспечивающий графику и анимацию.
 - **Physics Engine:** Обрабатывает физику объектов в игре.
 - **Control Panel:** Панель для ввода команд и управления самолетами.
 - **Map View:** Отображает карту воздушного пространства.
 - **Command Handler:** Обрабатывает команды от игрока.
 - **Flight Management System:** Управляет состоянием рейсов и взаимодействует с диспетчерами.
 - **Air Traffic Controller:** Логика управления воздушным движением.
 - **Aircraft Data:** Данные о самолетах.

2.2. Выбор методов и средств реализации

2.2.1. Мобильное приложение

Разработка кроссплатформенной игры позволит снизить затраты на создание отдельных версий для различных мобильных платформ. Адаптация игры для широкого круга пользователей (Android, iOS) увеличит потенциальную аудиторию и возможности монетизации через внутриигровые покупки и рекламу.

Поэтому исходный код игры должен быть написан на языке Dart, с использованием фреймворка Flutter для кроссплатформенной разработки, в качестве основного пакета для разработки игры будет использоваться движок Flame.

Для разработки игры будут использоваться следующие программные средства:

- Dart SDK — основная среда разработки.
- Flutter — фреймворк для создания пользовательских интерфейсов.
- Flame — движок для создания 2D-игр.
- Supabase — для аналитики и хранения данных о пользователе.
- Git — для контроля версий.

2.2.2. Распространение мобильного приложения

Проект будет распространяться на площадках GooglePlay, Rustore и AppStore.

2.2.3. Среды для разработки

В качестве интегрированной среды разработки программы должна быть использована среда Xcode вместе с «Android Studio» или Microsoft «Visual Studio Code».

Выводы по главе

Данная глава содержит пользовательские сценарии симулятора, а также описывает архитектуру всего приложения.

3. Глава 3. Программная реализация

В данной главе представлено описание программной реализации.

3.1. Структура проекта

Проект реализован как кроссплатформенное игровое приложение с использованием следующего технологического стека:

- Фреймворк Flutter для создания пользовательского интерфейса
- Игровой движок Flame для реализации игровой механики
- Язык программирования Dart

Структура проекта организована следующим образом:

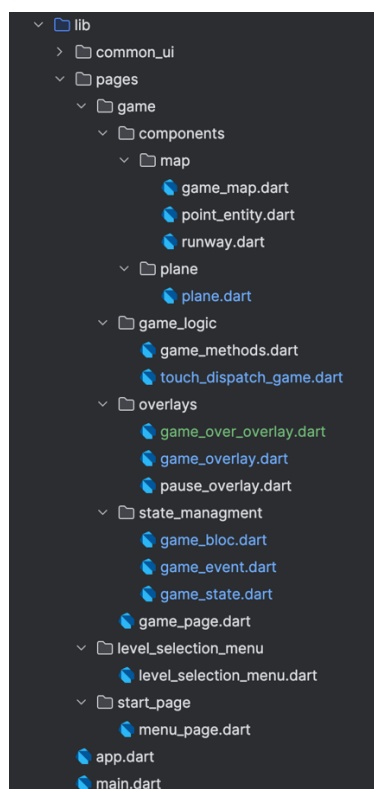


Рисунок 3

3.2. Основные программные компоненты

- **TouchDispatchGame** - центральный класс игры, наследующий **FlameGame**:
 - Управляет жизненным циклом игры
 - Отвечает за создание и удаление самолетов
 - Обрабатывает столкновения с взлетно-посадочной полосой
 - Реализует паузу/возобновление игры
- **GamePage** - виджет **Flutter**, отвечающий за отображение игры:
 - Интегрирует игровой холст **Flame**
 - Добавляет пользовательский интерфейс поверх игры

- **GameOverlay - пользовательский интерфейс:**
 - Отображает информацию о полетах
 - Содержит кнопку паузы
 - Обновляется при изменении состояния самолетов
- **PlaneEntity - компонент самолета:**
 - Реализует физику движения самолета
 - Реализует физику управления полетом – скорость инерцию и векторение
 - Реализует контроль столкновений - CollisionRectangle
 - Управляет высотой полета в том числе с инерцией движения
 - Отображает номер рейса и текущую высоту

Выводы по главе

В данной главе описана программная реализация системы управления воздушным движением. Разработанное решение полностью реализует поставленные требования:

Создание и управление самолетами

Отслеживание параметров полета

Пользовательский интерфейс для контроля воздушного движения

Система паузы/возобновления работы

Архитектура проекта обеспечивает хорошую масштабируемость и возможность дальнейшего расширения функционала.

Заключение

В ходе выполнения дипломной работы была разработана мобильная игра, симулирующая работу авиадиспетчера, что позволило реализовать основные аспекты проектирования и разработки мобильных приложений на базе игрового движка Flame. Основное внимание было уделено созданию интуитивно понятного интерфейса, который легко воспринимается пользователем и соответствует современным требованиям к функциональности и надежности. Были рассмотрены и реализованы важные игровые механики, включая выбор уровня, настройки, процесс симуляции, и проверка их влияния на игровой процесс.

Одним из самых сложных аспектов разработки было использование движка Flame, который на данный момент всё еще находится на стадии активного развития и обладает ограниченным набором встроенных возможностей. Создание физики движений, анимаций и взаимодействий на базе данного движка потребовало разработки множества уникальных решений, так как стандартные библиотеки и модули Flame оказались недостаточными для реализации сложных механик, таких как drag-поведение (перетаскивание) и более реалистичная физика движений. Это значительно увеличило время разработки и добавило сложности, так как пришлось разрабатывать собственные алгоритмы, адаптировать существующие решения и тщательно тестировать каждый элемент для достижения стабильности и плавности взаимодействий.

Тем не менее, в результате проделанной работы была достигнута цель: разработан функциональный прототип игры с уникальными игровыми механиками, которые обеспечивают пользователям возможность погружения в процесс управления воздушным движением. Опыт разработки на Flame дал ценное понимание работы с новыми и нестабильными технологиями, что в будущем позволит эффективно разрабатывать и адаптировать подобные проекты под нужды мобильных игр и приложений.

Таким образом, проект демонстрирует, что, несмотря на ограничения движка и сложности, связанные с созданием новых механик, мобильные игры могут быть успешно разработаны на основе современных кроссплатформенных инструментов.

Список используемой литературы

- [1] А. Михеев, "Статистика VK Play: более 37 миллионов учетных записей игроков и 120 миллионов рублей инвестиций в разработчиков," WNHUB, 29 декабря 2023 г. [Online]. Доступно: <https://wnhub.io/news/other/item-42686>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [2] «Airpalette,» [Online]. Доступно: <https://www.airpalette.com>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [3] "towerSimulator3," [Online]. Доступно: <https://www.towersimulator3.com>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [4] "openscope.io," [Online]. Доступно: <https://openscope.io>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [5] "atc-sim.com," [Online]. Доступно: <https://atc-sim.com>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [6] "АТС 4.0," [Online]. Доступно: <https://www.atc4.com>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [7] Scand, "Полное руководство по кроссплатформенной разработке игр в 2025 году," 5 февраля 2025 г. [Online]. Доступно: <https://scand.com/company/blog/cross-platform-game-development/>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [8] GameLight, "Важность кроссплатформенной совместимости для мобильных игр," 20 сентября 2024 г. [Online]. Доступно: <https://www.gamelight.io/post/the-importance-of-cross-platform-compatibility-for-mobile-games>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [9] FinClip, "Кроссплатформенная разработка мобильных игр: разблокировка универсальных игровых впечатлений," 16 августа 2024 г. [Online]. Доступно: <https://en.finclip.com/news/cross-platform-mobile-game-development-unlocking-universal-gaming-experiences.html>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [10] ALLSTARSIT, "Будущее кроссплатформенной разработки игр," 1 января 2024 г. [Online]. Доступно: <https://www.allstarsit.com/blog/the-future-of-cross-platform-game-development>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [11] «Обзор архитектуры Flutter," Flutter Documentation, 12 февраля 2025 г. [Online]. Доступно: <https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [12] «Flame Engine," Flame Engine, [Online]. Доступно: <https://flame-engine.org>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [13] «Flame | Flutter Package," pub.dev, 13 февраля 2025 г. [Online]. Доступно: <https://pub.dev/packages/flame>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [14] «Dart SDK," Dart SDK Documentation, [Online]. Доступно: <https://dart.dev/get-dart>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].
- [15] «Supabase,» Supabase Documentation, [Online]. Доступно: <https://supabase.com/docs>. [Дата обращения: 19 февраля 2025 г.].

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО

Совладелец и продуктовый директор
студий Винторог и Contrast Games,
преподаватель департамента программной
инженерии



Д.А. Поздняков

« 29 » апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
профессор департамента
программной инженерии

_____ Н.А. Павлочев
« ____ » _____ 2025 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	RU.17701729.05.03-01.12.01-1

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ
РАБОТЫ АВИАДИСПЕТЧЕРА**

**Текст программы
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1-ЛУ

Исполнитель:
студент группы БПИ212
/ Тихонов Т.П. /
« 29 » апреля 2025 г.

Москва 2025

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ
РАБОТЫ АВИАДИСПЕТЧЕРА**

Текст программы

RU.17701729.05.03-01 12 01-1

Листов 4

<i>Инв. № подл</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>
RU.17701729.05.03-01 12 01-1				

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	3
2. СТРУКТУРА ПРОЕКТА.....	3
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ

Текст программы на исходном языке находится в архиве CourseWork.zip в директории code/ на предоставленном носителе информации, в связи с большим количеством строк кода.

Также текст программы доступен по ссылке https://github.com/timtikh/touch_dispatch. Крайне рекомендуется использовать и оценивать версию полученную по ссылке выше так как она наиболее вероятно содержит последние изменения.

2. СТРУКТУРА ПРОЕКТА

Проект представляет собой игровое приложение, разработанное на Flutter с использованием игрового движка Flame.

Основные компоненты:

- /lib - основной каталог с исходным кодом
 - /game - содержит игровую логику
 - game_page.dart - главный виджет игрового экрана
 - game_overlay.dart - оверлей с игровым интерфейсом
 - touch_dispatch_game.dart - основной игровой класс
 - /components - игровые компоненты (самолеты, карта и др.)
 - /assets
 - /images - игровые спрайты и изображения
 - plane_colored.png - спрайт самолета
 - runway.png - изображение взлетно-посадочной полосы

Технический стек

- Основной язык: Dart
- Фреймворк: Flutter
- Игровой движок: Flame v1.22.0
- Система сборки: Pub (пакетный менеджер Dart)

Структура репозитория

- Ветка master - основная ветка разработки
- Удаленный репозиторий: origin (https://github.com/timtikh/touch_dispatch.git)

Основные файлы конфигурации

- pubspec.yaml - манифест проекта с зависимостями и настройками
- Минимальная версия SDK: Dart 3.0.0
- Минимальная версия Flutter: 3.13.0
- Определены ресурсы (assets) для игровых спрайтов

Проект организован по принципу чистой архитектуры с разделением на слои представления (виджеты) и игровой логики (компоненты Flame).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]


Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Образовательная программа бакалавриата «Программная инженерия»

СОГЛАСОВАНО
Совладелец и продуктовый директор
студий Винторог и Contrast Games,
преподаватель департамента программной
инженерии


_____ Д.А. Поздняков
« 29 » апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
старший преподаватель департамента
программной инженерии

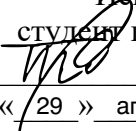
_____ Н.А. Павлочев
« ____ » _____ 2025 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ РАБОТЫ
АВИАДИСПЕТЧЕРА**

**Техническое задание
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1-ЛУ

Исполнитель
студент группы БПИ212
 / Т. П. Тихонов /
« 29 » апреля 2025 г.

Москва 2025

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1

УТВЕРЖДЕН
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1-ЛЮ

<i>Подп. и дата</i>	
<i>Инв. № дубл.</i>	
<i>Взам. инв. №</i>	
<i>Подп. и дата</i>	
<i>Инв. № подл.</i>	

**МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ РАБОТЫ
АВИАДИСПЕТЧЕРА**

Техническое задание

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1

Листов 19

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Москва 2025

Содержание

АННОТАЦИЯ.....	4
1 ВВЕДЕНИЕ	5
1.1 Наименование программы.....	5
1.2 Краткая характеристика области применения программы:.....	5
2 ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ.....	6
3 НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ.....	7
3.1 Функциональное назначение.....	7
3.2 Эксплуатационное назначение	7
4 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ.....	8
4.1 Требования к функциональным характеристикам.....	8
4.1.1 Требования к составу выполняемых функций.....	8
4.2 Требования к надежности.....	9
4.2.1 Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования программы. 9	
4.2.2 Время восстановления после отказа	9
4.2.3 Отказы из-за некорректных действий оператора	10
4.3 Требования к интерфейсу	10
4.4 Условия эксплуатации.....	10
4.4.1 Климатические условия эксплуатации.....	10
4.4.2 Требования к видам обслуживания	10
4.4.3 Требования к численности квалифицированного персонала	10
4.5 Требования к составу и параметрам технических средств.....	11
4.6 Требования к информационной и программной совместимости	11
4.6.1 Требования к исходным кодам и языкам программирования.....	11
4.6.2 Требования к программным средствам, используемым программой	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1

4.7	Требования к маркировке и упаковке.....	11
4.8	Требования к транспортированию и хранению.....	11
4.9	Специальные требования.....	12
5	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	13
5.1	Состав программной документации	13
5.2	Специальные требования к программной документации.....	13
6	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	14
6.1	Ориентировочная экономическая эффективность	14
6.2	Предполагаемая потребность	14
6.3	Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными образцами или аналогами.....	14
7	СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ.....	15
7.1	Стадии разработки	15
7.2	Сроки разработки и исполнители:	16
8	ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ.....	17
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	19
	ТЕРМИНОЛОГИЯ	19
	ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	20

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

АННОТАЦИЯ

Техническое задание – основной документ, оговаривающий набор требований и порядок создания программного продукта, в соответствии с которым производится разработка программы, ее тестирование и приемка. Настоящее Техническое задание «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера» содержит следующие разделы: «Введение», «Основание для разработки», «Назначение разработки», «Требования к программе», «Требования к программной документации», «Технико-экономические показатели», «Стадии и этапы разработки», «Порядок контроля и приёмки» и приложения[7].

В разделе «Введение» указано наименование и краткая характеристика области применения программы.

В разделе «Основания для разработки» указаны документы, на основании которых ведется разработка, а также наименование темы разработки.

В разделе «Назначение разработки» указано функциональное и эксплуатационное назначение программного продукта.

Раздел «Требования к программе» содержит основные требования к функциональным характеристикам, надежности, условиям эксплуатации, составу и параметрам технических средств, информационной и программной совместимости, маркировке и упаковке, транспортированию и хранению.

Раздел «Требования к программной документации» содержит предварительный состав программной документации и специальные требования к ней.

Раздел «Технико-экономические показатели» описывает ориентировочную экономическую эффективность, предполагаемую годовую потребность, а также экономические преимущества разработки по сравнению с аналогами

Раздел «Стадии и этапы разработки» содержит стадии и этапы разработки, их содержание и сроки, а также указывает лица, ответственные за их выполнение.

В разделе «Порядок контроля и приёмки» указаны общие требования к приемке работы, а также зафиксированы все допустимые при этом виды испытаний.

Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями:

1. ГОСТ 19.101-77[1]: Виды программ и программных документов.
 2. ГОСТ 19.102-77[2]: Стадии разработки.
 3. ГОСТ 19.103-77[3]: Обозначения программ и программных документов.
 4. ГОСТ 19.104-78[4]: Основные надписи.
 5. ГОСТ 19.105-78[5]: Общие требования к программным документам.
 6. ГОСТ 19.106-78[6]: Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
 7. ГОСТ 19.201-78[7]: Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению
 8. ГОСТ 19.602-78[8]: Правила дублирования, учета и хранения программных документов, выполненных печатным способом.
- Изменения к настоящему техническому заданию должны быть оформлены согласно ГОСТ 19.603-78[9] и ГОСТ 19.604-78[10].

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Наименование программы

Наименование темы разработки: Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера

Наименование темы разработки на Английском Языке: Mobile Application for Simulating the Work of an Air Traffic Controller

Наименование программы для пользователя: «Touch Dispatch»

1.2 Краткая характеристика области применения программы:

Кроссплатформенная мобильная игра-симулятор авиадиспетчера со сценарными уровнями по реальным авиапроисшествиям и свободным режимом «Песочницы», в котором игрок может симулировать поведение авиадиспетчера в разных аэропортах. Игра будет адаптирована для устройств с сенсорным экраном.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2 ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

2.1 Документы, на основании которых ведется разработка

Разработка ведется на основании приказа Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики" декана ФКН И.В. Аржанцева № XXXXXXXX от XX.XX.2024 «Об утверждении тем, руководителей выпускных квалификационных работ студентов образовательной программы “Программная инженерия” факультета компьютерных наук».

2.2 Наименование темы разработки

Наименование темы разработки: Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера

Условное обозначение темы разработки: Симулятор авиадиспетчера «Touch Dispatch»

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

2.3 Функциональное назначение

Игра предназначена для моделирования работы авиадиспетчера в различных сценариях и аэропортах. Игрок сможет контролировать самолеты, руководить их взлетами, посадками и безопасным движением в воздушном пространстве, обеспечивая минимизацию рисков и соблюдение правил безопасности полетов. Сценарные уровни будут основаны на реальных авиапроисшествиях, что позволит игроку применять различные стратегии в сложных условиях.

2.4 Эксплуатационное назначение

Игра ориентирована на мобильные устройства с сенсорным экраном и предназначена для использования в развлекательных и образовательных целях. Основными пользователями будут любители авиации, а также те, кто интересуется управлением воздушным движением и процессами в аэропортах. Игра будет поддерживать платформы Android и iOS, а также другие устройства, поддерживающие Flutter Flame без нативных доработок.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

3.1 Требования к функциональным характеристикам

3.1.1 Требования к составу выполняемых функций

Программа должна обеспечивать следующий набор функций:

- Управление воздушным движением в режиме реального времени:
- Обеспечение мониторинга и управления движением воздушных судов на всех этапах полета, включая взлет, посадку и маршрутное движение.
- Отображение информации о текущем состоянии самолетов, включая высоту, скорость и курс.
- Поддержка различных сценарных уровней на основе реальных инцидентов:
- Включение сценариев, основанных на реальных авиационных инцидентах, чтобы игроки могли учиться на примерах из практики.
- Возможность выбора уровня сложности и сценария перед началом игры для адаптации к навыкам игрока.
- Свободный режим игры (режим "Песочницы") с настройками аэропортов и условий:
 - Позволяет игрокам настраивать параметры игры, такие как погода, трафик и время суток.
 - Возможность создания пользовательских сценариев и условий для тренировки и экспериментов.
- Реализация взлетов, посадок, руления и других действий самолетов:
 - Поддержка всех операций, связанных с управлением самолетами, включая команды на взлет, посадку, руление по взлетно-посадочной полосе и маневры на земле.
- Реализация автоматических и ручных режимов управления для повышения гибкости в игре.
- Реалистичное взаимодействие между диспетчерами и экипажами самолетов с элементами коммуникации.
- Моделирование различных ситуаций, требующих коммуникации, таких как экстренные ситуации или изменения в маршруте.
- Интуитивно понятный пользовательский интерфейс:
 - Разработка интерфейса, который будет легко воспринимаемым для пользователей с разным уровнем подготовки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1

- Обеспечение доступности всех необходимых функций через удобные элементы управления.
- Локальная база данных ассетов:
 - Хранение текстур, звуковых файлов и других ресурсов для быстрого доступа во время игры.
 - Возможность обновления базы данных для добавления новых ассетов и улучшения визуального представления игры.
- Система обучения и подсказок:
 - Внедрение обучающих материалов и подсказок для новых игроков, чтобы они могли быстро освоить основные механики игры.
 - Доступ к учебному уровню с пошаговыми инструкциями по управлению воздушным движением.

3.2 Требования к надежности

3.2.1 Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования программы

Надежное (устойчивое) функционирование программы должно быть обеспечено выполнением совокупности организационно-технических мероприятий, перечень которых приведен ниже:

- 1) организацией бесперебойного питания технических средств;
- 2) выполнением рекомендаций Министерства труда и социального развития РФ, изложенных в Постановлении от 23 июля 1998 г. «Об утверждении межотраслевых типовых норм времени на работы по сервисному обслуживанию ПЭВМ и оргтехники и сопровождению программных средств»;
- 3) выполнением требований ГОСТ 51188-98. Защита информации. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов;
- 4) необходимым уровнем квалификации сотрудников профильных подразделений.
- 5) корректность действий пользователя

3.2.2 Время восстановления после отказа

Время восстановления после отказа, вызванного сбоем электропитания технических средств (иными внешними факторами), не фатальным сбоем (не крахом) операционной системы, не должно превышать времени, необходимого на перезагрузку операционной системы и запуск программы, при условии соблюдения условий эксплуатации технических и программных средств.

Время восстановления после отказа, вызванного неисправностью технических средств, фатальным сбоем (крахом) операционной системы, не

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1

должно превышать времени, требуемого на устранение неисправностей технических средств и переустановки программных средств. Обеспечивается копиями (обеспечивается программой) необходимой информации и хранении дистрибутивов на отдельном устройстве.

3.2.3 Отказы из-за некорректных действий оператора

Во избежание отказов, связанных с работой операционной системы, работа конечного пользователя должна быть обеспечена без предоставления ему административных привилегий.

3.3 Требования к интерфейсу

Должно быть представлено два интерфейса – игровой и вне игровой с выбором уровней, настройкой уровня «Песочница», где можно настроить сложность, реалистичность и другие параметры, при этом в отдельном окне по нажатию на клавишу должен выводиться текст объясняющий контекст игры и как пользоваться вне игровым интерфейсом. Из вне игрового меню должен быть доступен учебный уровень, где рассказываются основные правила воздушного движения и инструкции по взаимодействию с элементами игры.

Язык интерфейса – английский.

Игровой интерфейс должен быть интуитивным и адаптированным для сенсорного управления на устройствах с диагональю экрана более 8 дюймов. Основные элементы управления должны быть представлены в виде кнопок и иконок с мгновенным откликом на действия пользователя. Важные элементы интерфейса:

- Карта с маршрутами и воздушным пространством.
- Панель управления самолетами с основными командами (взлет, посадка, эволюции).
- Сервисная панель для выхода из игры с сохранением прогресса и настройкой вне игровых параметров таких как яркость, громкость и другие.

3.4 Условия эксплуатации

3.4.1 Климатические условия эксплуатации

Климатические условия эксплуатации, при которых должны обеспечиваться заданные характеристики, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к техническим средствам в части условий их эксплуатации.

3.4.2 Требования к видам обслуживания

См. 4.2.1

3.4.3 Требования к численности квалифицированного персонала

Один человек – игрок с уверенными навыками пользования операционной системой.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1

3.5 Требования к составу и параметрам технических средств

Для корректной работы игры на мобильных устройствах необходимо обеспечить минимальные технические требования:

- ОС: Android 6.0+ или iOS 11.0+.
- Оперативная память: минимум 2 ГБ.
- Процессор с тактовой частотой от 1,8 ГГц.
- Дисплей с разрешением не менее 720x1280 пикселей.
- Дисплей с диагональю экране не мене 8 дюймов.
- Дисплей должен быть сенсорным с поддержкой множественных нажатий (до 3).
- Не менее 4 Гб свободного пространства на диске, где устанавливается программа.

3.6 Требования к информационной и программной совместимости

3.6.1 Требования к исходным кодам и языкам программирования

Исходный код игры должен быть написан на языке Dart, с использованием фреймворка Flutter для кроссплатформенной разработки, в качестве основного пакета для разработки игры будет использоваться движок Flame.

Для разработки игры будут использоваться следующие программные средства:

- Dart SDK — основная среда разработки.
- Flutter — фреймворк для создания пользовательских интерфейсов.
- Flame — движок для создания 2D-игр.
- Supabase — для аналитики и хранения данных о пользователе.
- Git — для контроля версий.

В проекте должны быть соблюдены стандарты написания кода и структура, поддерживающая легкую модификацию и расширение. В качестве интегрированной среды разработки программы должна быть использована среда Xcode вместе с «Android Studio» или Microsoft «Visual Studio Code».

3.6.2 Требования к программным средствам, используемым программой

Кроме версий операционной системы не предъявляется никаких дополнительных требований к клиентскому устройству.

3.7 Требования к маркировке и упаковке

Специальных требований нет.

3.8 Требования к транспортированию и хранению

Специальных требований нет.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1**3.9 Специальные требования**

Специальных требований нет.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

4.1 Состав программной документации

- «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера» Техническое задание (ГОСТ 19.201-78) [7];
- «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера». Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-78) [2];
- «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера». Текст программы (ГОСТ 19.401-78) [3];
- «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера». Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79) [5];
- «Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера». Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79) [4].

4.2 Специальные требования к программной документации

Документы к программе должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 19.106-78 и ГОСТами к каждому виду документа (см. п. 5.1);

Пояснительная записка должна быть загружена в систему Антиплагиат через LMS «НИУ ВШЭ». Лист, подтверждающий загрузку пояснительной записки, сдается в учебный офис вместе со всеми материалами не позже, чем за день до защиты курсовой работы;

Вся документация также воспроизводится в печатном виде, она должна быть подписана руководителем разработки и исполнителем, а также утверждена академическим руководителем образовательной программы 09.03.04 «Программная инженерия» перед сдачей курсовой работы в учебный офис не позже одного дня до защиты.

Документация и программа также сдаются в электронном виде в формате .pdf или .docx. в архиве формата .zip или .rar;

За один день до защиты комиссии все материалы курсового проекта:

- техническая документация,
- программный проект,
- исполняемый файл,
- отзыв руководителя

должны быть загружены одним или несколькими архивами в проект дисциплины «Дипломное проектирование 2024-2025» в личном кабинете в информационной образовательной среде LMS (Learning Management System) НИУ ВШЭ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

5.1 Ориентировочная экономическая эффективность

Разработка кроссплатформенной игры позволит снизить затраты на создание отдельных версий для различных мобильных платформ. Адаптация игры для широкого круга пользователей (Android, iOS) увеличит потенциальную аудиторию и возможности монетизации через внутриигровые покупки и рекламу. При этом на данном этапе монетизация не предусмотрена.

5.2 Предполагаемая потребность

Игра нацелена на энтузиастов авиации, студентов авиационных ВУЗов и людей, интересующихся профессией авиадиспетчера. Свободный режим "Песочницы" также привлечет пользователей, которым нравится симуляция реальных процессов.

5.3 Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными образцами или аналогами

Проект отличается гибкостью за счет использования кроссплатформенного фреймворка Flutter, что позволяет минимизировать расходы на поддержку игры на разных устройствах. Использование реальных авиапроисшествий и высокий уровень симуляции позволяет выделить игру среди аналогов на рынке. Сейчас на рынке присутствуют подробные симуляторы авиадиспетчера – однако они представляют собой либо полноценные 3D-игры для персональных компьютеров с сложной системой управления самолетами, или же веб-терминалы работающие только онлайн на браузерных технологиях. На данный момент на рынке мобильных игр присутствуют только казуальные симуляторы с упрощенной графикой и управлением, не представляющие никакой ценности с точки зрения симулятора.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

6 СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

6.1 Стадии разработки

1. Техническое задание

1.1 Обоснование необходимости разработки

- Постановка задачи;
- Сбор исходных материалов;

2.1 Разработка и утверждение технического задания

- Определение требований к программе;
- Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на неё;
- Выбор языков программирования;
- Согласование и утверждение технического задания;

2. Технический проект

1.1 Разработка технического проекта

- Разработка алгоритмов и методов решения задачи и подзадач;
- Разработка структуры программы;

2.1 Утверждение технического проекта

- Разработка пояснительной записки (ГОСТ 19.404-79);
- Согласование и утверждение технического проекта;

3. Рабочий проект

1.1 Разработка программы

- Программирование и отладка программы;

2.1 Разработка программной документации

- Разработка программной документации в соответствии с требованиями ГОСТ 19 ЕСПД (Единой системы программной документации);

3.1 Испытания программы

- Разработка, согласование и утверждение программы и методики испытаний;
- Проведение испытаний программы в соответствии с утверждённой программой и методикой;
- Корректировка программы и программной документации по результатам испытаний;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1**4. Внедрение****1.1 Подготовка и передача программы**

- Утверждение даты защиты программного продукта;
- Подготовка программы и программной документации для презентации и защиты;
- Представление разработанного программного продукта руководителю и получение отзыва;
- Загрузка Пояснительной записки в систему Антиплагиат через ЛМС НИУ ВШЭ;
- Загрузка материалов курсового проекта (курсовой работы) в ЛМС, проект дисциплины «Дипломное проектирование 2024-2025» (п. 5.2);
- Передача программы и сопутствующей программной документации в учебный офис;
- Защита программного продукта (курсового проекта) комиссии.

6.2 Сроки разработки и исполнители:

Завершение разработки ожидается к 15 мая 2025 года.

Исполнитель: студент группы БПИ212 факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ
Тихонов Тимофей Павлович.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

7 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

Проверка программного продукта, в том числе и на соответствие техническому заданию, осуществляется исполнителем вместе с заказчиком согласно «Программе и методике испытаний», а также пункту 5.2.

Защита выполненного проекта осуществляется перед комиссией, состоящей из преподавателей департамента программной инженерии, в утверждённые приказом декана ФКН сроки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
2. ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. ГОСТ 19.401-78 Текст программы. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.505-79 Руководство оператора. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.404-79 Пояснительная записка. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
6. ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. Управление воздушным движением на воздушных трассах и местных воздушных линиях : учеб. пособие / сост. Д. А. Князевский, М. В. Стионов. - Ульяновск : УВАУ ГА(И), 2010. - 68 с.
9. Flutter. Официальная документация // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.flutter.dev/> (Дата обращения: 11.11.2024)
10. Flame. Официальная документация // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.flame-engine.org> (Дата обращения: 11.11.2024)
11. Dart SDK // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dart.dev> (Дата обращения: 11.11.2024)
12. Supabase. Документация по аналитике // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://supabase.com/docs> (Дата обращения: 11.11.2024)
13. Google Play Developer Console // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://play.google.com/console> (Дата обращения: 11.11.2024)
14. Apple Developer Console // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.apple.com> (Дата обращения: 11.11.2024)
15. ИКАО. Официальные документы // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.icao.int/publications/pages/doc-series.aspx> (Дата обращения: 11.11.2024)
16. Федеральные авиационные правила // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://favt.gov.ru/dokumenty-federalnye-pravila/> (Дата обращения: 11.11.2024)
17. Стандарты по авиабезопасности (IATA) // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iata.org/en/publications/standards-manuals/> (Дата обращения: 11.11.2024)
18. Git. Документация по системе контроля версий // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://git-scm.com/doc> (Дата обращения: 11.11.2024)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Авиадиспетчер	Специалист, который отвечает за управление воздушным движением в аэропортах и контролирует перемещение самолетов в воздушном пространстве и на земле.
Взлетно-посадочная полоса (ВПП)	Участок аэродрома, предназначенный для взлета и посадки самолетов. ВПП может иметь различные длины и покрытие, которое должно соответствовать типу самолета.
Эшелон полета	Установленная высота, на которой осуществляется полет самолета. Эшелоны разделяются для безопасного передвижения самолетов в воздушном пространстве.
Сценарий	Заранее продуманная последовательность событий в игровом уровне, моделирующая реальную ситуацию для достижения образовательных или развлекательных целей.
Режим «Песочница»	Режим игры, в котором игрок может самостоятельно настраивать параметры игрового процесса, такие как аэропорты, погодные условия, количество самолетов и т. д.
Воздушное пространство	Зона над земной поверхностью, в которой осуществляется управление и контроль воздушного движения. Включает в себя различные эшелоны для полетов.
Коммуникация	Процесс обмена информацией между диспетчером и пилотом, который происходит для обеспечения безопасности полетов и своевременного выполнения команд.
Инцидент	Происшествие в авиации, которое связано с нарушением безопасности полетов, но не обязательно приводит к аварии или катастрофе.
Маршрут	Запланированная траектория полета самолета, которая определяет его движение из одной точки в другую с учетом эшелонов и разрешенных воздушных коридоров.
Руление	Движение самолета по земле между стоянкой, терминалом и взлетно-посадочной полосой, включая выруливание на полосу перед взлетом или после посадки.
Управление воздушным движением (УВД)	Процесс обеспечения безопасного, эффективного и упорядоченного движения воздушных судов в воздушном пространстве и на земле, включая маршруты и эшелоны.
Фреймворк	Программная платформа, предоставляющая инструменты и библиотеки для разработки приложений. Ускоряет разработку за счет готовых компонентов.
Игровой движок	Программное обеспечение для разработки видеоигр, которое предоставляет инструменты для создания графики, физики, звука и логики игры.
Flutter	Кроссплатформенный фреймворк для разработки мобильных приложений, который позволяет создавать программы для iOS и Android из одного кода на языке Dart.
Flame	Игровой движок для разработки 2D-игр на языке Dart, интегрированный с Flutter. Позволяет легко разрабатывать мобильные игры с минимальными затратами ресурсов.

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.03-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Образовательная программа «Программная инженерия»

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»,
старший преподаватель департамента
программной инженерии

_____ Н.А. Павлочев
« ____ » _____ 2025 г.

Выпускная квалификационная работа

на тему Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера
по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»

Научный руководитель

Совладелец и продуктовый
директор студий Винторог
и Contrast Games

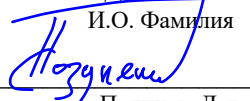
Должность, место работы

Преподаватель Департамента
Программной Инженерии

ученая степень, ученое звание

Д.А. Поздняков

И.О. Фамилия



29.04.2025

Подпись, Дата

Выполнил

студент группы БПИ212
4 курса бакалавриата
образовательной программы
«Программная инженерия»

Т.П. Тихонов

И.О. Фамилия

29.04.2025

Подпись, Дата

Москва 2025

Правительство Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Факультет компьютерных наук
Образовательная программа бакалавриата «Программная инженерия»

ОТЧЕТ
по преддипломной практике
Подготовка ВКР на тему
Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера

Выполнил студент
образовательной программы
09.03.04 «Программная инженерия»
группы БПИ212



(подпись)

Тихонов Т.П.
(инициалы, фамилия)

Руководитель практики от НИУ ВШЭ

Поздняков Денис Алексеевич, Совладелец и продуктовый директор студий Винторог и Contrast Games, преподаватель департамента программной инженерии

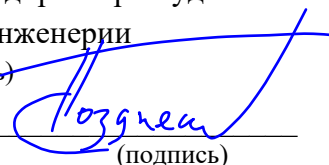
(ФИО, уч. степень, должность)

29.04.2025

(дата)

8 (отлично)

(оценка)



(подпись)

Оценка комиссии

(дата)

(оценка)

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Образовательная программа «Программная инженерия»

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»,
старший преподаватель департамента
программной инженерии

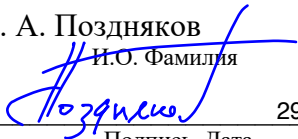
_____ Н.А. Павлов
«___» _____ 2025 г.

Выпускная квалификационная работа

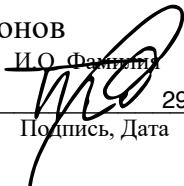
на тему Мобильное приложение для симуляции работы авиадиспетчера
по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»

ПРИЛОЖЕНИЯ

Научный руководитель
Совладелец и продуктовый
директор студий Винторог
и Contrast Games,
преподаватель департамента
программной инженерии
Должность, место работы

Д. А. Поздняков
И.О. Фамилия

_____ 29.04.2025
Подпись, Дата

Выполнил
студент группы БПИ212
4 курса бакалавриата
образовательной программы
«Программная инженерия»

Т. П. Тихонов
И.О. Фамилия

_____ 29.04.2025
Подпись, Дата

Москва 2025