



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

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 09.03.04 Программная инженерия
ООП: Разработка программно-информационных систем
Отделение школы (НОЦ): Отделение информационных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка клиент-серверного мобильного приложения на примере логической головоломки в жанре «три в ряд»

УДК 004.415.2:794.5

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K91	Гуныко Андрей Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОИТ	Коровкин Виталий Александрович			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н., профессор		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
ОПК(У)-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК(У)-6	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов
ОПК(У)-7	Способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой
ОПК(У)-8	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.
ПК(У)-1	Владение навыками разработки требований и проектирования программного обеспечения
ПК(У)-2	Владение навыками разработки документов и стратегии тестирования программного обеспечения
ПК(У)-3	Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения
ПК(У)-4	Владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных
ПК(У)-5	Владение концепциями и атрибутами качества программного обеспечения (надежности, безопасности, удобства использования), в том числе роли людей, процессов, методов, инструментов и технологий обеспечения качества



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

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (ООП/ОПОП): 09.03.04 Программная инженерия
Отделение школы (НОЦ): Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП/ОПОП
_____ Чердынцев Е.С.
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8K91	Гунько Андрей Андреевич

Тема работы:

Разработка клиент-серверного мобильного приложения на примере логической головоломки в жанре «три в ряд»
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i>	Объект исследования – мобильные игры-головоломки в жанре «три в ряд». Предмет исследования – процесс разработки основных игровых механик клиент-серверного мобильного приложения в жанре «три в ряд» с использованием игрового движка Unity.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i>	– Аналитический обзор рынка мобильных игр. – Обзор конкурентных решений в жанре «три в ряд». – Проектирование приложения. – Программная реализация. – Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Диаграмма компонентов 2. Диаграмма классов

	3. Диаграмма Исикавы 4. Диаграмма последовательности 5. Диаграмма Ганта 6. ER-диаграмма 7. Блок-схемы алгоритмов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н., доцент		
Ассистент ОИТ	Коровкин Виталий Александрович			

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K91	Гулько Андрей Андреевич		



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

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (ООП/ОПОП): 09.03.04 Программная инженерия
Уровень образования: Бакалавриат
Отделение школы (НОЦ): Отделение информационных технологий
Период выполнения: весенний семестр 2022/2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8K91	Гулько Андрей Андреевич

Тема работы:

Разработка клиент-серверного мобильного приложения на примере логической головоломки в жанре «три в ряд»
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.06.2023	Основная часть	75
09.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
03.05.2023	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОИТ	Коровкин Виталий Александрович			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н., доцент		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K91	Гулько Андрей Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8K91	Гуныко Андрей Андреевич

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 Программная инженерия

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): <i>материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад разработчика – 25000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент разработчика 30%; Доплаты и надбавки разработчика 20%; Коэффициент дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ разработанной стратегии.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет показателей финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджета НИИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.Э.Н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K91	Гуныко Андрей Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8K91		ФИО Гунько Андрей Андреевич	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 Программная инженерия

Тема ВКР:

Разработка клиент-серверного мобильного приложения на примере логической головоломки в жанре «три в ряд»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования:</i> мобильные игры-головоломки в жанре «три в ряд» <i>Область применения:</i> индустрия развлечений <i>Рабочая зона:</i> офис <i>Размеры помещения:</i> 30 м² <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер, периферия, телефон <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> анализ рынка мобильных игр жанра «три в ряд», проектирование приложения с минималистичным интерфейсом и активным геймплеем, разработка приложения
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). Статья 91. Понятие рабочего времени. Нормальная продолжительность рабочего времени ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: 1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 2. Статические физические перегрузки, связанные с рабочей позой; 3. Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; 4. Перенапряжение зрительных анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой и длительным сосредоточенным наблюдением; 5. Монотонность труда, вызывающая монотонию; 6. Эмоциональные перегрузки.

	Опасные факторы: 1. Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. Требуемые средства индивидуальной и коллективной защиты от выявленных факторов: приборы искусственного освещения, удобное рабочее место, изоляционные средства для электроустановок, устройства защитного отключения.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:	Воздействие на селитебную зону, литосферу и гидросферу – утилизация бытовых отходов и орг. техники. Воздействие на атмосферу – выброс веществ при сжигании ЭВМ и их комплектующих.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы и т.д.); Техногенные аварии (транспортные аварии, пожары, аварии с выбросом химически/радиоактивно опасных веществ и т.д.); Биолого-социальные (пандемия). Наиболее типичная ЧС: пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K91	Гулько Андрей Андреевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 100 страниц, 50 рисунков, 15 таблиц, 40 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: три в ряд, мобильное приложение, казуальная игра, геймдизайн, Unity.

Объектом исследования являются мобильные игры в жанре «три в ряд».

Предметом исследования является процесс разработки клиент-серверного мобильного приложения на примере логической головоломки в жанре «три в ряд» с использованием игрового движка Unity.

Цель работы – проектирование и разработка клиент-серверного мобильного приложения на примере логической головоломки в жанре «три в ряд».

В процессе работы проводились исследования таких конкурирующих технических решений в жанре «три в ряд» как: Gardenscapes, Royal Match и Candy Crush Saga.

В результате исследования было спроектировано и разработано клиент-серверное мобильное приложение, включающее в себя основные игровые механики жанра «три в ряд».

Основные технологические характеристики: разработка проводилась с использованием игрового движка Unity и языка программирования C#.

Степень внедрения: MVP (прототип на стадии TRL5 – работоспособность может быть продемонстрирована на детализированном макете в условиях, приближенных к реальным).

Область применения: индустрия цифровых развлечений, мобильные видеоигры.

В будущем планируются А/В тесты для улучшения графического интерфейса и расширения функционала (таблица лидеров, ежедневные задания, награды).

Оглавление

Введение.....	14
1. Аналитический обзор мобильных игр в жанре «три в ряд».....	15
1.1. Причины роста популярности игрового гейминга.....	15
1.2. Обзор жанра «три в ряд».....	16
1.3. Обзор конкурентных решений в жанре «три в ряд»	18
1.3.1. Royal Match	18
1.3.2. Candy Crush Saga	23
1.3.3. Gardenscapes.....	25
1.4. Анализ конкурентных решений в жанре «три в ряд»	29
2. Проектирование клиент-серверного мобильного приложения игра в жанре «три в ряд»	32
2.1. Выбор программно-технических средств	32
2.2. Система управления базой данных.....	33
2.3. Общая архитектура системы	35
2.4. Архитектура серверной части	35
2.5. Проектирование клиентской части	36
2.6. UX-проектирование.....	38
3. Программная реализация мобильной игры в жанре «три в ряд»	41
3.1. Создание игрового поля	41
3.2. Заполнение игрового поля	43
3.3. Перемещение шариков на игровом поле	47
3.4. Комбинирование шариков одного цвета	49
3.5. Автозаполнение игрового поля после удаления комбинаций	54
3.6. Бонусы на игровом поле	58

3.7. Создание уровней и сохранение данных пользователя	62
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	64
Введение.....	64
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки ...	64
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	64
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений	66
4.1.3. SWOT-анализ.....	67
4.2. Планирование работ по научно-техническому исследованию	68
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	68
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	69
4.3. Бюджет научно-технического исследования	72
4.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	72
4.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ ..	73
4.3.3. Основная заработная плата исполнителя.....	73
4.3.4. Расчет дополнительной заработной платы	74
4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды	75
4.3.6. Накладные расходы	75
4.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	76
4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	76
4.5. Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	79
5. Социальная ответственность	80

Введение.....	80
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	81
5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства	81
5.1.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	81
5.2. Производственная безопасность	82
5.3. Экологическая безопасность	88
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
5.5. Выводы по разделу социальная ответственность	89
Заключение.....	91
Список использованных источников.....	93
Приложение А. Диаграмма классов	98
Приложение Б. Диаграмма последовательности	99
Приложение В. ER-диаграмма	100

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних нескольких лет рынок игровой индустрии претерпел значительные изменения. Мобильный гейминг занял лидирующее положение и обогнал по популярности консоли и персональные компьютеры [1].

В начале 2020 года ряд экспертов прогнозировал падение доходов рынка интерактивных развлечений, однако этого не случилось. Был спад в области компьютерных и консольных игр, но это можно списать на проблемы производства новых комплектующих и техники, вызванной пандемией. За 2021 год мобильные игры принесли более \$93 млрд. прибыли, что составляет более трети от общего дохода рынка. Огромный рост доходов, а также приток новых пользователей привел к тому, что по мнению ряда аналитиков к 2023 году эта цифра преодолест рубеж в \$100 млрд. с общим среднегодовым темпом роста более 18% [2]. Такие показатели привлекают все больше инвесторов, что ведет к увеличению числа компаний, проектов и конкуренции.

Целью данной работы является разработка клиент-серверного мобильного приложения на примере логической головоломки в жанре «три в ряд».

Для достижения поставленной цели были сформированы следующие основные задачи:

- провести аналитический обзор мобильных игр и жанра «три в ряд»;
- провести обзор конкурентных решений в жанре «три в ряд»;
- спроектировать клиент-серверную архитектуру приложения;
- спроектировать и реализовать основные механики игры в жанре «три в ряд» для клиентской части;
- создать пользовательский интерфейс;
- реализовать систему уровней и сохранение данных пользователя.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МОБИЛЬНЫХ ИГР В ЖАНРЕ «ТРИ В РЯД»

1.1. Причины роста популярности игрового гейминга

Мобильные игры стали стремительно набирать популярность у пользователей по всему миру и превалировать среди всех прочих областей рынка. Можно выделить следующие факторы, которые обуславливают данный феномен [3]:

1. Удобство.

Игры различных жанров можно запустить в любом месте без использования дополнительной громоздкой периферии.

2. Доступность.

Мощность современных смартфонов позволяет запускать крупные проекты (PUBG Mobile, Genshin Impact, Fate/Grand Order) и для этого не нужно покупать консоль или дорогой игровой ПК. Даже бюджетная модель любого известного бренда будет справляться с необходимыми задачами. Это действительно актуально, ведь последние несколько лет наблюдается рост цен не только на комплектующие, но и на игровые консоли [4,5]. Связано это с огромным спросом на товар от потребителей и дефицитом чипов для производства игрового оборудования.

3. Кризис и внешние факторы игровой индустрии.

За последние несколько лет количество и качество высокобюджетных проектов значительно снизилось. Одна из причин – это огромные риски. Игра может не окупить все затраты на разработку и рекламную кампанию. Сейчас популярны многопользовательские проекты с большим количеством способов монетизации.

Больше всего денег на игры тратят жители стран с высоким ВВП (Канада, Япония, США и другие). Чем больше доходы, тем больше люди готовы тратить средств на развлечения. Для более удобного использования приложений и игр игроки покупают подписки, убирающие рекламу или

различные внутриигровые предметы. Кроме того, существует большое количество развивающих игр для детей, за которые охотно платят родители [1].

Недавно в Китае на законодательном уровне утвердили ограничение на количество часов, которое могут проводить подростки моложе 18 лет за компьютером в неделю – 3 часа [6]. Это серьёзный удар по геймингу и киберспорту в целом, так как в китайском регионе всегда популяризировалась эта тема [7]. Очевидный выход для подростков переход в мобильный гейминг. Приток новых пользователей в отдельные проекты поднял значимость данной отрасли в регионе, что позволило разработчикам получить новые инвестиции для поддержки и развития своих продуктов.

4. Интерес разработчиков.

Многие крупные разработчики игр (PUBG Studios, Activision), наблюдая рост аудитории мобильного гейминга, портируют свои успешные проекты (PUBG, Call of Duty) с ПК и консолей на мобильные устройства.

Все вышеперечисленные факторы позволяют сделать вывод о том, что мобильный сегмент индустрии видеоигр является довольно перспективным для разработки. Выделяют огромное количество жанров игр, однако в рамках данной работы будет рассмотрен жанр «три в ряд» или «match-3».

1.2. Обзор жанра «три в ряд»

Джеспер Джул, датский геймдизайнер, в течение двадцати лет исследовал появление и эволюцию игр жанра «три в ряд». В 2007 году были опубликованы первые результаты, согласно которым игр и игровых механик жанра до 1985 года найдено не было. Первыми прототипами были «Тетрис» и «Chain Shot!». Целью обеих игр была манипуляция элементами поля с выполнением некоторых шаблонных комбинаций. Затем в 1994 году появились отечественные «Шарики», а уже немногим позже в 2001 году состоялся выход игры «Bejeweled», которая взяла все лучшее из

предшественников и завершила формирование основных игровых механик и принципов жанра.

Геймплей любой игры жанра «три в ряд» состоит из игрового поля, на котором расположены элементы. Игроку необходимо перемещать их таким образом, чтобы образовалась комбинация из 3 или более одинаковых элементов. Эти элементы исчезают, а на их месте появляются новые. Для победы нужно выполнить какое-либо условие. Например, набрать нужное количество очков или собрать комбинации с выделенными ячейками поля за отведенное количество ходов и другие.



Рисунок 1 – Скриншот из игры Bejeweled

К отличительным особенностям жанра можно отнести:

1. Короткие игровые сессии с автоматическим сохранением прогресса.

В отличие от персональных компьютеров и консолей игровая сессия может длиться даже пару минут. В совокупности с сохранением состояния игрового мира и прогресса данный подход дает возможность игроку как быстро начать играть, так и в любой момент прервать игру, чтобы продолжить позже. Это позволяет играть в различной обстановке, например в очереди, автобусе или за перерывом на рабочем месте.

2. Очень простые «казуальные» правила.

Данную особенность очень хорошо описал американский геймдизайнер Стив Мерецки. Правила игры жанра «три в ряд» должны записывать тремя предложениями.

3. Умеренная степень инноваций.

Базовые игровые механики в рассматриваемом жанре не изменяются от проекта к проекту, что позволяет обеспечить узнаваемость жанра и быстрое обучение. В новых проектах как правило меняется графика, сеттинг и добавляются небольшие дополнительные механики.

4. Бонусы.

Прохождение уровня или выполнение задачи более сложным способом вознаграждается каким-либо образом.

5. Большое количество наград.

В начале игры пользователь получает большое количество наград и достижений. Однако сложность игры и получения наград с прохождением растет экспоненциально.

Во время проектирования или развития игры могут добавляться простые механики, такие как: размер игрового поля и/или его ограничение, добавление нескольких совпадения для удаления элемента, различные цели для прохождения уровня. Кроме того, такие механики могут разбиваться и комбинироваться на большое количество уровней, что дает возможности не только графически разнообразить продукт, но и сделать его более уникальным, добавив в игру историю или же объединив жанр «три в ряд» с каким-либо другим [8].

1.3. Обзор конкурентных решений в жанре «три в ряд»

1.3.1. Royal Match

Данный продукт распространяется через freemium-модель. По сюжету игры игроку необходимо помочь королю обустроить свои владения, для этого необходимо проходить уровни различной конфигурации. Анимации и модели

достаточно простые, большинство рутинных действий можно пропустить, как таковая интерактивность отсутствует. В игре отсутствует игровая карта, уровни идут друг за другом без возможности повторной переигровки в случае успешного завершения. При проигрыше снимается одна жизнь, которая восполняется со временем, либо при покупке за игровую валюту. В игре представлены два типа уровней – обычные, где решение поставленной задачи ограничено определенным количеством ходов, и бонусные – где игроку необходимо достигнуть цели за отведенное время, в таком случае он получит дополнительную награду. Уровни проходятся собиранием комбинаций одинаковых элементов, а также использованием различных усилителей.



Рисунок 2 – Игровое поле в Royal Match

В игре продуманная система монетизации контента. Например, Royal Pass с различными наградами. Royal Pass (королевский пропуск) – модель

монетизации, которая предоставляет дополнительный контент и бонусы через систему уровней. При прохождении испытаний и игровых уровней игрок получает ключи, с помощью которых он открывает новые уровни пропуска с наградами. В бесплатной версии они весьма скудные, но в платной представляют большую ценность, что мотивирует к приобретению контента. Также периодически для игрока в магазине появляются специальные предложения, которые предлагают определенный набор бонусов по более выгодной цене. За внутриигровую валюту можно приобретать дополнительные жизни, усилители, а также дополнительные ходы для прохождения уровней.



Рисунок 3 – Сезонный пропуск в игре Royal Match

Для того, чтобы стимулировать игроков проводить в игре как можно больше времени и разнообразить геймплей, реализованы таблица лидеров,

коллекция игровых карточек, а также объединение в команды. Помимо этого, постоянно проводятся различные события и мини-турниры с наградами, участие в которых бесплатно. Вступление в команду или её создание не является обязательным условием, однако может значительно упростить прохождение уровней, так как всегда можно попросить у товарищей дополнительную жизнь в случае неудачи. Плюс ко всему, некоторые ивенты являются командными и в одиночку в них не победить. На рисунке 4 цифрами выделены блоки: 1 – временные внутриигровые события и турниры; 2 – специальные предложения и распродажи; 3 – ограниченная по времени цепочка заданий с наградами.



Рисунок 4 – Домашняя страница в Royal Match

В игре присутствует хаб, который представляет из себя различные области королевских владений. Их необходимо обустраивать, покупая за звезды различные предметы. Дизайн предметов и их расположение являются статичным. Когда игрок завершает прохождение локации, приобретая все необходимые улучшения, ему открывается доступ к следующей области и набору тематических карточек. Карточки можно собирать, побеждая в событиях или открывая сундуки, которые даются в качестве наград. Собрав полную коллекцию карточек, игрок получает награду и различные бонусы. На рисунке 5 цифрами выделены блоки: 1 – количество собранных наборов и карточек соответственно; количество специальных монет для приобретения нужной карточки на выбор.



Рисунок 5 – Коллекционные предметы в Royal Match

Огромное количество игрового контента, а также постоянное появление временных игровых событий, позволяют игрокам не только чаще погружаться в мир игры, но и неосознанно проводить за игрой больше времени, потому что, временные бонусы, которые ускоряют прогресс получения наград, очень грамотно сочетаются с системой поощрения игроков [9].

1.3.2. Candy Crush Saga

Одна из самых популярных франшиз, которая распространяется по freemium модели. Сюжет незамысловат и не играет основной роли. В игре присутствует карта уровней, которая разделена на локации. Сама концепция локаций представляет собой набор эпизодов, каждый из которых имеет уникальную тематику и игровые механики. Некоторые эпизоды доступны либо за отдельную плату, либо с использованием приглашений от друзей. Уровни идут цепочкой друг за другом и, чем дальше продвигается игрок, тем сложнее они становятся. Их можно перепройти после завершения, при этом каждый из них имеет определенную задачу и ограниченное количество ходов для её решения, но помимо этого также присутствует счетчик очков, который влияет на количество получаемых в конце звёзд – от одной до трёх. Никакой пользы они не несут, за исключением отображения успешности прохождения уровня – чем больше, тем лучше справился игрок.

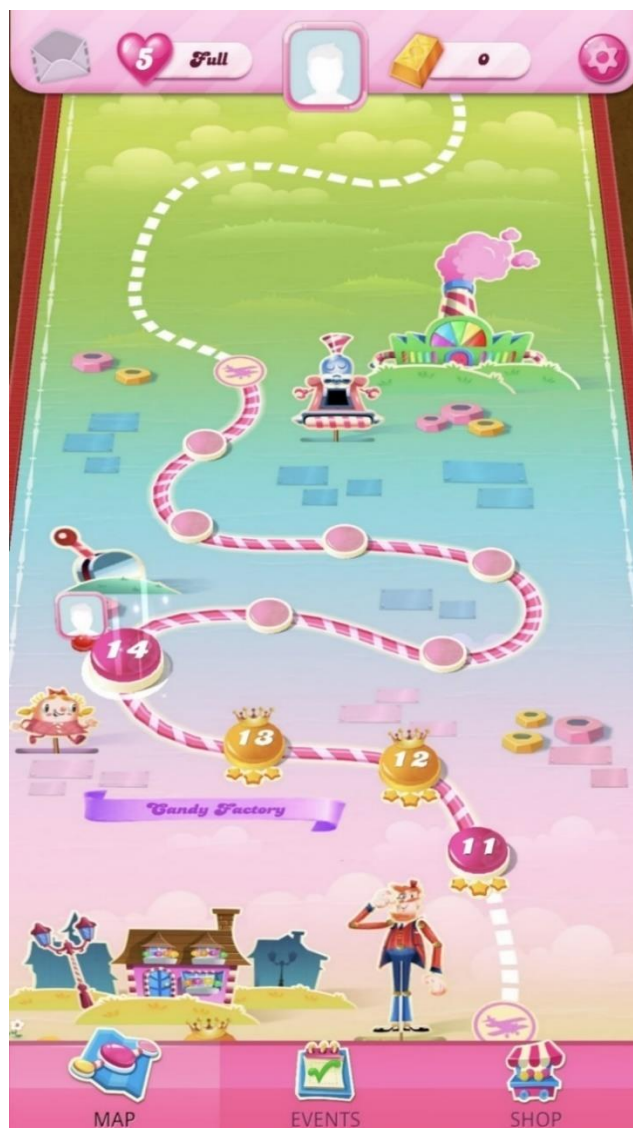


Рисунок 6 – Карта уровней в Candy Crush Saga

В игре присутствует монетизация контента. Реальные деньги конвертируются во внутриигровую валюту – золотые слитки, за которые и происходит покупка различных услуг, таких как усилителей или дополнительных жизней. Но совсем недавно разработчик удалил приложение из российского Appstore, поэтому скачать его нельзя, а оплата услуг и игровые события не работают.



Рисунок 7 – Игровое поле в Candy Crush Saga

Особенность данной серии игр в динамичном геймплее. Анимации на поле быстрые, а время, которое игрок тратит между прохождением уровней минимально. К сожалению, второстепенного игрового контента в данном продукте не так много по сравнению с другими проектами, но именно бренд серии и динамика геймплея позволяют ему оставаться популярным [10].

1.3.3. Gardenscapes

Игра распространяется по модели freemium. По сюжету игры игрок становится владельцем большого городского сада, который необходимо обустроить. Для этого нужно проходить уровни разнообразной конфигурации, а также решать головоломки, которые имеют совершенно другую концепцию, но за их прохождение также выдаются звезды. В игре отсутствует карта уровней, поэтому пройденные уровни переиграть не получится. Но

особенностью игры является хаб, который представляет собой площадь сада с детально проработанным окружением, объектами и анимациями. Игрок может перемещаться и исследовать различные локации, а также покупать необходимые улучшения для того, чтобы перейти к новым областям и уровням. В игре присутствует проработанная система диалогов и большое количество персонажей, которые взаимодействуют не только между собой, но и с игроком. Дополнительная информация о мире и активностях доставляется через новостную ленту в виртуальном телефоне протагониста. Все эти элементы не только погружают игрока в процесс игры, но и оживляют мир. На рисунке 8 цифрами выделены блоки: 1 – временные события; 2 – распродажи, акции, специальные предложения и колесо фортуны, которое игрок может вращать раз в день и получать награды.

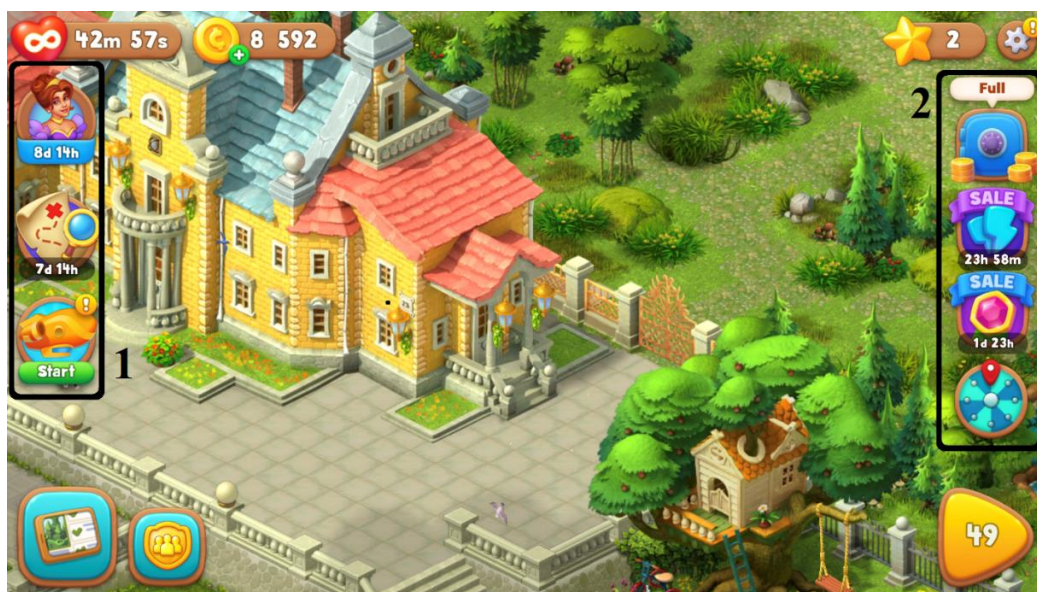


Рисунок 8 – Домашняя страница в Gardenscapes



Рисунок 9 – Виртуальный телефон игрока в Gardescapes.

Игровые уровни имеют определенную задачу, которую необходимо достичь за ограниченное количество ходов, используя комбинации и усилители. В случае успеха игрок получает звезды, которые тратятся на улучшение сада, а в случае провала теряется одна игровая жизнь, которая восстанавливается со временем или моментально за внутриигровую валюту. Однако, даже при провале уровня есть возможность докупить еще несколько ходов за игровые деньги. По желанию игрок может вступить в команду, которая немного облегчает прохождение уровней.



Рисунок 10 – Игровое поле в Gardescapes

В игре также присутствует монетизация контента, которая очень схожа с Royal Match. Аналогично есть сезонный пропуск с бесплатными и платными наградами, периодические ивенты для одного игрока или целых команд. Время от времени в магазине появляются выгодные предложения для покупки. Интересным решением являются временные события формата RPG. Игрок с помощью дворецкого выполняет задания на отдельной карте, используя шкалу энергии. За выполнение различных задач, к примеру, сбор какой-либо коллекции предметов, выдается награда. Расходуя энергию и исследуя новые территории, игрок постепенно продвигается к концу «путешествия», получая более ценные награды. Энергию можно восстановить, просто подождав определенное время, успешно завершив уровень основной игры или купив за внутриигровую валюту.



Рисунок 11 – Локация с цепочкой РПГ квестов в Gardenscapes

Подводя итог, можно сказать, что данный продукт в плане монетизации и игровых механик схож с игрой Royal Match. Но он очень сильно выделяется на фоне конкурента наличием системы диалогов и проработкой игрового мира, а именно игровой графики (детализация, анимация объектов и персонажей, визуальные эффекты). Все это делает игру более живой, из-за чего в ней хочется проводить больше времени [11].

1.4. Анализ конкурентных решений в жанре «три в ряд»

На основе обзоров, мнений пользователей, статистики и личного опыта использования данных продуктов была составлена таблица, в которой выделены критерии оценки [12-14]. На основе этих оценок были перечислены основные преимущества и недостатки аналогов.

Таблица 1 – Критерии аналогов

	Игра		
	Royal Match	Gardenscapes	Candy Crush Saga
Релиз	21.07.2020	25.08.2016	12.04.2012
Оценки	4,8 из 5	4,7 из 5	4,6 из 5
Критерии			
Графика и анимации	7	10	4
Скорость геймплея	8	6	9
Сюжет	6	8	2
Разнообразие контента	8	10	3

В результате оценки критериев, были выделены следующие сильные и слабые стороны каждого из аналогов:

1. Royal Match.

К преимуществам можно отнести большое количество игрового контента, приятную минималистичную графику, а также приемлемые критерии получения наград. Из недостатков выделяются несбалансированные уровни, а также статичные улучшения хаба.

2. Gardenscapes.

Сильными сторонами являются графика и анимации игрового мира, проработанные персонажи, большое количество игрового контента, система диалогов и РПГ элементы, а также динамические улучшения хаба. К недостаткам относятся медленная скорость игры, переизбыток дополнительной информации, завышенные критерии получения наград.

3. Candy Crush Saga.

Плюсом можно выделить высокую скорость анимаций на игровом поле, что вкупе с минималистичным интерфейсом и набором функций дает очень высокую скорость игры, также присутствует карта уровней, которая помогает визуализировать прогресс. Из минусов – малое количество контента, неудобный дизайн игрового поля и его элементов, а главное – уход разработчика с российского рынка.

Опираясь на полученную информацию, можно сделать вывод о том, что все рассмотренные продукты очень похожи друг на друга не только игровыми механиками, но и способами, а также количеством предоставленного платного и бесплатного игрового контента.

Можно сказать, что Candy Crush Saga привлекает своей скоростью игры и простотой, однако в дальнейшем из-за ухода с российского рынка и недоступностью для скачивания у новых пользователей рассматриваться не будет. Gardenscapes выделяется графикой и РПГ-элементами, возможностью изучения и взаимодействия с виртуальным миром, однако, из-за этого проигрывает в скорости геймплея своим конкурентам. Royal Match выступает середнячком: приятная графика, простые анимации и по сути, больше ничего. Играя в Gardenscapes, проходя уровни и улучшая объекты, игрок постоянно видит прогресс и отдачу. В Royal Match тематические объекты и хаб не являются чем-то первостепенным, в основном игрока пытаются увлечь разнообразными ивентами с наградами.

В результате исследования аналогов, для лучшего понимания и визуализации основной проблемы и ее источников, была сформирована диаграмма Fishbone (диаграмма Исикавы), представленная на рисунке 12. В качестве главной проблемы выделено отсутствие приложения с минималистичным интерфейсом и динамичным геймплеем, к которой ведут

пять групп ее источников, в каждую группу включены отдельные конкретные источники.

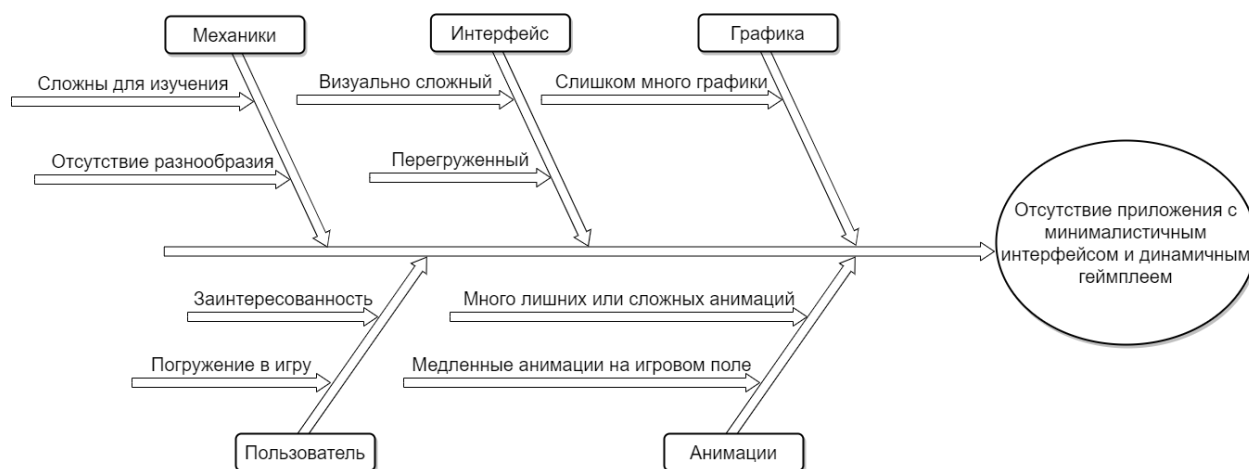


Рисунок 12 – Диаграмма Fishbone

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ИГРА В ЖАНРЕ «ТРИ В РЯД»

2.1. Выбор программно-технических средств

Для разработки игр существует большое количество движков. Наиболее популярными на данный момент являются Unity и Unreal Engine. Оба движка могут использоваться как для 2D, так и для 3D разработки, но большинство разработчиков мобильных или инди игр (созданных одним человеком или небольшой группой без финансовой поддержки) привлекает именно Unity. Те, кто разрабатывает сложные и крупнобюджетные проекты в 3D предпочитают Unreal Engine.

Unreal Engine привлекает своими графическими возможностями. Epic Games продолжают развивать индустрию разработки компьютерных игр, улучшая и добавляя с каждой итерацией движка новые технологии. Unity отстаёт в этом плане. На движке все ещё можно добиться впечатляющей картинки, но придется потратить больше времени и сил на настройку освещения, скайбокса и системы рендеринга [26].

Оба движка предлагают обширный функционал и содержат большой набор инструментов для разработки. И тот, и другой имеют развитое сообщество разработчиков, базу ассетов, всевозможных туториалов и гайдов, однако в этом плане Unity немного выигрывает у конкурента. Для разработки в Unity используется C# – популярный и несложный для освоения, когда в Unreal Engine – C++, для изучения которого придется приложить немного больше сил и времени.

В целом, для разработки мобильной игры подходят оба этих движка, но все зависит от масштабности проекта. Если игра не сложная, простая, что-то вроде платформера или головоломки, то не имеет смысла использовать Unreal Engine, так как весь его потенциал просто не будет раскрыт.

Существуют и другие менее популярные движки, которые в частности подходят для разработку 2D приложений: Defold, Godot, Gamemaker Studio,

Construct. Но, к сожалению, все они в той или иной степени уступают монополисту рынка – Unity. К примеру, Defold уступает по функционалу и справочным материалам для разработки; Godot сыроват как продукт, имеет проблемы с производительностью и также скудную базу знаний; Gamemaker Studio использует только 2D, да есть ограниченная поддержка 3D, но она почти не используется, устаревшая документация, неудобный интерфейс, проблемы с архитектурой движка; Construct сам по себе является очень слабым движком разработки и уступает даже Gamemaker Studio [27].

Исходя из того, что как таковой альтернативы нет, для разработки игры жанра «три в ряд» в рамках данной работы был выбран движок Unity.

2.2. Система управления базой данных

Бесплатный доступ является одним из главных критериев для выбора СУБД. Не малую роль играет и её популярность для того, чтобы иметь подробную документацию и поддержку сообщества программистов [28]. Для выбора СУБД был проведен анализ достоинств и недостатков трёх наиболее популярных представителей. Результаты анализа отображены в таблице 1.

Классическим выбором является реляционная СУБД, так как она основана на реляционной модели – интуитивно понятном, наглядном табличном способе представления данных. Таблицы содержат в себе строки и столбцы. Строки являются записями, и каждая такая запись имеет уникальный идентификатор – ключ. Столбцы содержат атрибуты данных. Обычно каждая запись содержит значение для каждого атрибута, что дает возможность легко установить взаимосвязь между элементами данных.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки популярных СУБД [29-31]

СУБД	MySQL	PostgreSQL	Oracle Database
Преимущества	– Простота эксплуатации – Бесплатное распространение – Актуальна для малых и средних проектов – Высокая безопасность – Высокая производительность	– Полная SQL-совместимость – Поддержка больших объемов данных – Огромный функционал – Высокая производительность и отказоустойчивость баз данных	– Поддержка больших объемов данных – Высокий уровень безопасности – Высокая производительность
Недостатки	– Ограничения функциональности	– Нестабильная скорость работы при выполнении операций – Высокая сложность в настройке и управлении	– Высокая стоимость – Требуются значительные ресурсы системы

Основываясь на данных из таблицы 2, можно сделать вывод о том, что Oracle Database является отличным решением для крупных компаний с достаточным бюджетом, которые работают с большими базами данных и нуждаются не только в расширенном функционале, но и в высокой производительности и безопасности.

PostgreSQL отлично подходит разработчикам и компаниям с ограниченным бюджетом, которым требуется максимальный функционал с использованием сложных процедур или интеграций. Однако для её использования требуются либо определенные знания и навыки, либо квалифицированные специалисты в штате.

MySQL до сих пор является самой популярной СУБД, которая предоставляет весь необходимый функционал для разработки проекта. При этом она проста в использовании и распространяется бесплатно.

Исходя из всей собранной информации, выбор СУБД MySQL для разработки является самым оптимальным вариантом.

2.3. Общая архитектура системы

Архитектура клиент-серверного приложения имеет классическую трехзвенную структуру (рисунок 13). В процессе игры пользователь взаимодействует с клиентским приложением. Когда совершаются действия, направленные на работу с данными (авторизация при входе в приложение, покупка внутриигрового предмета, сохранение данных при завершении уровня или выходе из игры и т.п.), отправляется HTTP-запрос на сервер. Сервер принимает запрос, выполняет необходимые действия с данными в базе, а затем отправляет ответ клиенту.

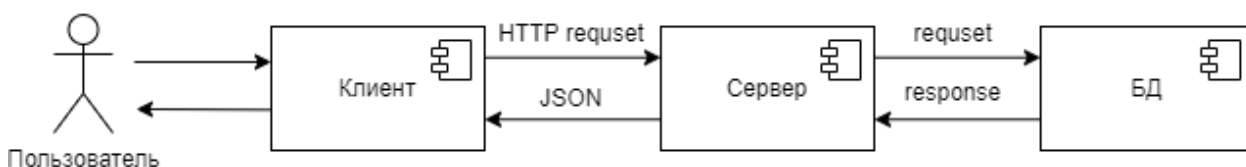


Рисунок 13 – Архитектура системы

2.4. Архитектура серверной части

Для разработки сервера был выбран фреймворк Django, так как он достаточно развит, предоставляет большое количество готовых решений и обеспечивает взаимодействие с базами данных. На рисунке 14 изображена архитектура сервера.

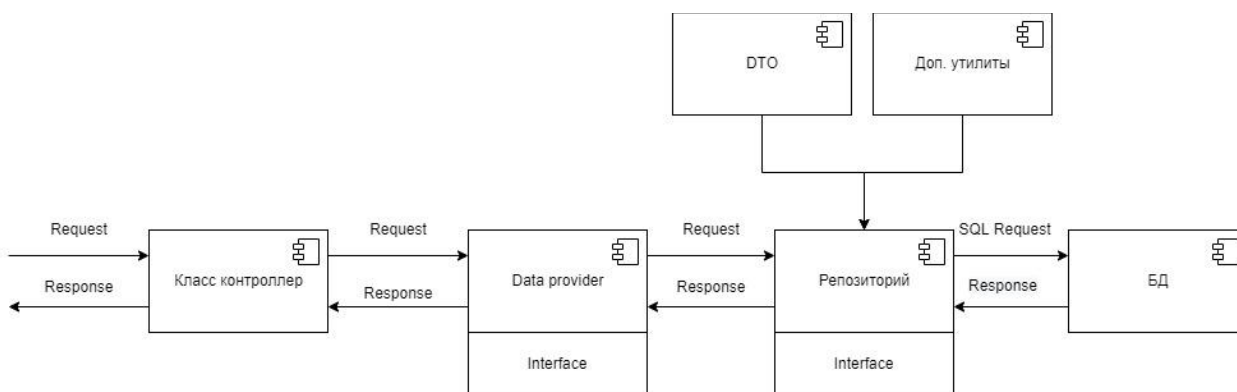


Рисунок 14 – Архитектура сервера

Класс контроллер принимает входные данные, а затем обращается к поставщику данных с помощью доступных методов, которые содержатся в его интерфейсе.

Поставщик (провайдер) данных по сути является мостом между приложением и источником данных и отвечает за бизнес-логику. Он содержит набор классов, позволяющих получить доступ к базе данных, выполнить SQL-запросы и извлечь данные [32]. Реализация класса провайдера через интерфейс позволяет осуществлять взаимодействие с классами, не зная об их внутренней организации. Класс репозитория реализует собственный интерфейс, а экземпляр его класс передается в класс поставщика, методы которого обращаются к нужным методам репозитория.

Репозиторий является абстракцией слоя данных, позволяющей отделить бизнес-логику от ORM. Это значит, что бизнес-логика не нуждается в том, чтобы знать как и откуда извлекаются данные. Она полагается на репозиторий, который возвращает нужную информацию [33].

Случаются ситуации, когда необходимо вернуть сущность. Тогда нужно использовать специальный класс DTO (Data Transfer Object) для создания объектов. Дополнительные утилиты могут обработать возвращаемые данные при необходимости.

2.5. Проектирование клиентской части

Движок Unity использует компонентный подход разработки, поэтому прежде всего необходимо продумать взаимодействие компонентов на главной игровой сцене, которая отвечает за основную работу приложения. Для этого была составлена диаграмма компонентов (рисунок 15).

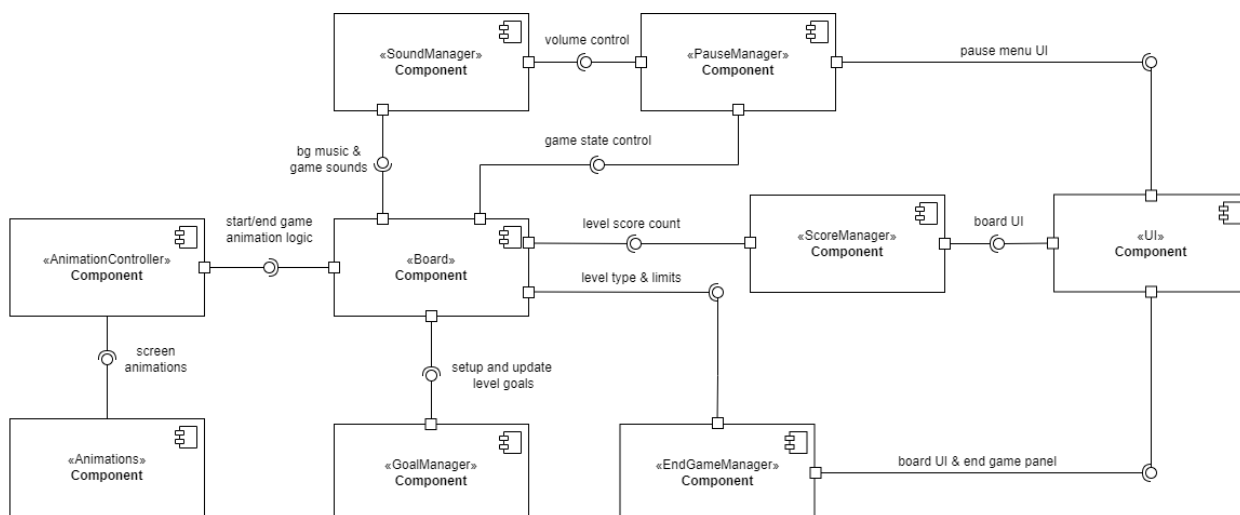


Рисунок 15 – Диаграмма компонентов главной игровой сцены

Компонент «Board» содержит в себе параметры игрового поля и отвечает за логику создания, перемещения и комбинации игровых элементов.

Компонент «Animation» содержит в себе анимации элементов пользовательского интерфейса, связанных с началом и завершением уровня игры. Компонент «AnimationController» описывает логику работы всплывающих окон при начале и завершении уровня.

Компонент «GoalManager» отвечает за постановку и обновление задачи на уровне для игрока.

Компонент «SoundManager» содержит в себе игровые звуки и фоновую музыку. Он связан с компонентом «PauseManager», который отвечает за меню паузы, изменяющей состояние игрового поля и позволяющей включить или отключить звуки в игре.

Компонент «EndGameManager» позволяет задать тип уровня – ограничение по времени или по количеству ходов, а также реализует их логику работы.

Компонент «ScoreManager» отвечает за логику подсчета очков на уровне.

Компонент «UI» содержит в себе необходимые элементы пользовательского интерфейса, которые он предоставляет другим компонентам.

На основе диаграммы компонентов была создана диаграмма классов (приложение А).

2.6. UX-проектирование

UX (User Experience) – пользовательский опыт, подразумевающий результат взаимодействия пользователя с интерфейсом. Чтобы разработать пользовательский интерфейс, необходимо сначала определить возможности пользователя в приложении. Для этого была построена UX-диаграмма, изображенная на рисунке 16.

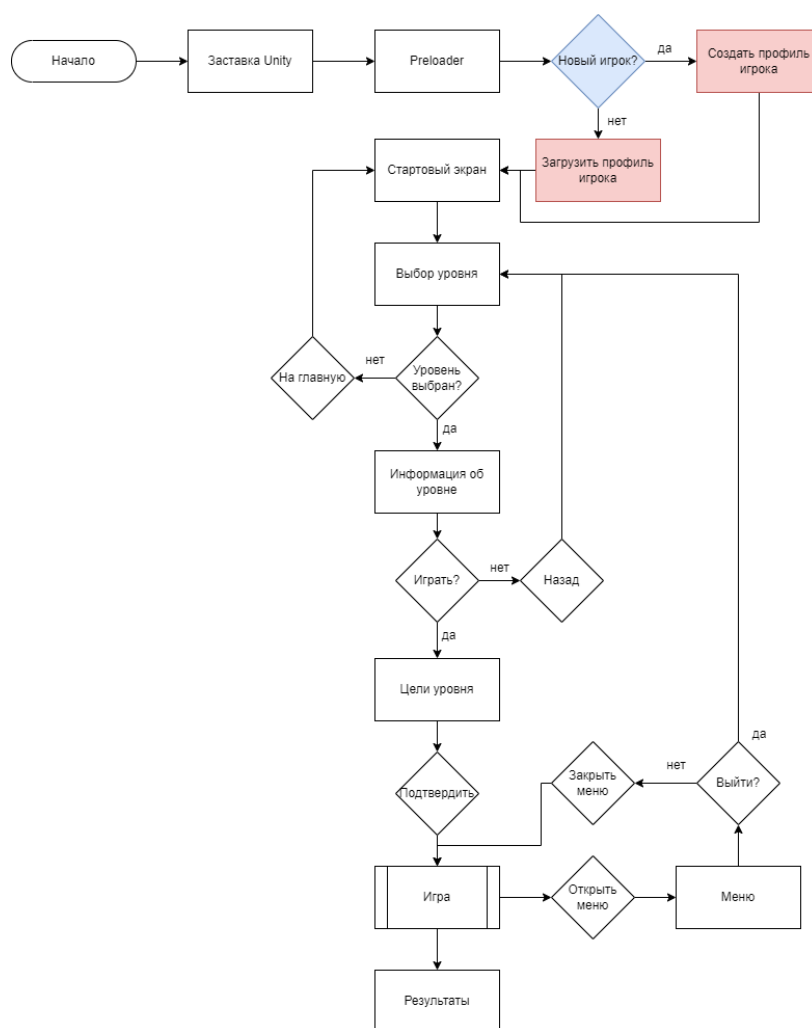


Рисунок 16 – UX-диаграмма

После запуска приложения, появляется заставка Unity, затем начинается загрузка данных пользователя, а игрок видит загрузочный экран. Процесс загрузки данных описывается сценарием использования, представленным в

таблице 3. В приложении Б представлена визуализация данного сценария с помощью диаграммы последовательности.

После загрузки данных пользователь попадает на стартовый экран, с которого он переходит на экран выбора уровней. На экране выбора уровня он может вернуться на главную страницу (в данном случае – стартовый экран), либо выбрать уровень для прохождения.

При выборе уровня появляется всплывающее окно, показывающее информацию о нём. Игрок может начать игру или же закрыть окно информации и вернуться к выбору уровня.

После старта уровня появляется всплывающее окно с информацией о целях, которые необходимо достичь в рамках прохождения. Подтвердив ознакомление с задачами, игрок закрывает окно и начинает игру. В процессе игры может быть вызвано меню паузы, из которого можно вернуться к экрану выбора уровней.

В конце игры появляется окно с результатами, после чего пользователь переходит на экран выбора уровней.

Таблица 3 – Сценарий использования

Сценарий 1. Вход пользователя в приложение	
Действующие лица	Клиентское приложение, серверное приложение, база данных
Цель	Загрузить данные профиля пользователя
Предусловие	Пользователь запустил приложение
Успешный сценарий: 1. Клиент отправляет данные об аккаунте на сервер 2. Сервер отправляет в базу данных запрос с целью получить данные о пользователе 3. База данных проверяет наличие данных о пользователе и возвращает их на сервер 4. Сервер проверяет данные, авторизует игрока, передает на клиент сообщение об успешной авторизации 5. Клиент отображает сообщение об успешной загрузке данных	
Результат	Данные профиля пользователя успешно загружены
Альтернативный сценарий 1:	

- 3.1 База данных проверяет наличие данных о пользователе, данные не найдены, возвращается ответ на сервер об отсутствии данных
- 3.2 Сервер отправляет в базу данных запрос на создание нового профиля пользователя
- 3.3 База данных создает новый профиль пользователя и возвращает данные на сервер
- 3.4 Сервер проверяет данные, авторизует игрока, передает на клиент сообщение об успешной авторизации
- 3.5 Клиент отображает сообщение об успешной загрузке данных

Результат	Профиль пользователя создан, данные успешно загружены
------------------	---

Альтернативный сценарий 2:

- 3.3.1 Произошла ошибки при попытке создать новый профиль пользователя, база данных возвращает ответ на сервер с сообщением об ошибке
- 3.3.2 Авторизация на сервере не прошла, сервер возвращает на клиент сообщение об ошибке загрузке данных
- 3.3.3 Клиент отображает сообщение об ошибке загрузки данных пользователя

Результат	Данные профиля пользователя не загружены
------------------	--

3. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ ИГРЫ В ЖАНРЕ «ТРИ В РЯД»

3.1. Создание игрового поля

Игровое поле в жанре «три в ряд» является основным компонентом, с которым игрок постоянно взаимодействует в процессе игры. Оно содержит различные игровые элементы – плитки, бонусы, «ограничители» и прочее. К ограничителям можно отнести механики, которые не дают игроку свободно перемещать фигуры. Их примером могут быть разрывы на поле или элементы, которые требуют составления несколько комбинаций с их участием, прежде чем с ними можно будет взаимодействовать.

Современные смартфоны имеют разрешение экрана 9:16 и 10:16. Игровое поле не должно занимать на экране все пространство. Сверху и снизу экрана необходимо свободное место для элементов пользовательского интерфейса.

Клетки на игровой сцене в Unity имеют размер 512 пикселей на юнит. Юнит – это виртуальная единица измерения, используемая в редакторе Unity. Это условная величина, которую обычно ассоциируют с какой-либо единицей измерения в реальном мире [34]. Размеры элементов доски не должны быть ниже данного параметра.

Для создания игрового поля необходимо подготовить префаб плитки. Префаб – особый тип ассетов, позволяющий хранить весь игровой объект со всеми компонентами и значениями свойств. Он выступает в роли шаблона для создания экземпляров хранимого объекта в сцене, поэтому любые изменения в префабе немедленно отражаются и на всех его экземплярах [35].

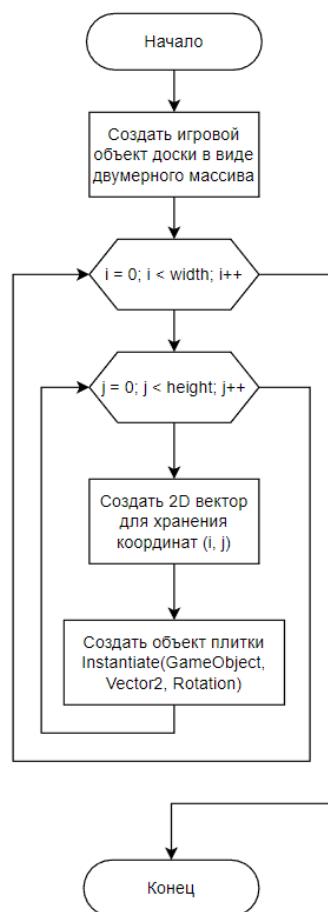


Рисунок 17 – Блок-схема создания игрового поля

Поле должно иметь динамический размер m на n , поэтому для его реализации необходим двумерный массив, который задается двумя переменными высоты и ширины – `height` и `width` соответственно. С помощью встроенной функции `Instantiate` происходит создание поля. Для этого в искомую функцию необходимо передать игровой объект, в данном случае заготовленный префаб плитки, позицию и поворот нового объекта на игровой сцене.

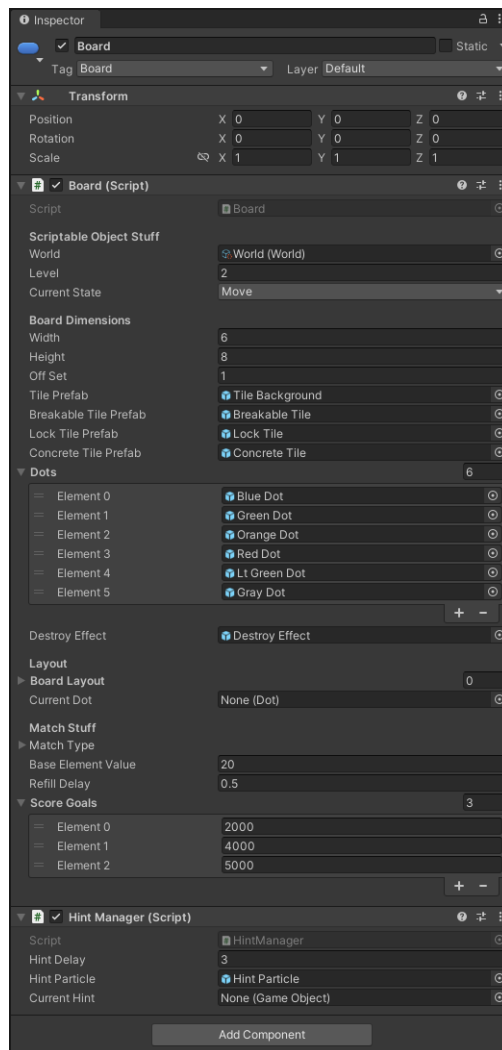


Рисунок 18 – Параметры объекта Board

На рисунке 18 изображено окно параметров объекта Board. В компоненте скрипта для переменных width и height указаны значения 7 и 10 соответственно, а в качестве объекта для плитки выбран заготовленный префаб.

3.2. Заполнение игрового поля

Созданное игровое поле состоит из плиток. Каждая плитка должна содержать игровой объект – шарик. При старте игры поле должно полностью заполниться шариками. Ситуации, когда на старте возникает комбинация из трех и более элементов должны быть исключены. На рисунках 19 и 20 изображены алгоритмы заполнения поля и проверки комбинации на старте соответственно.

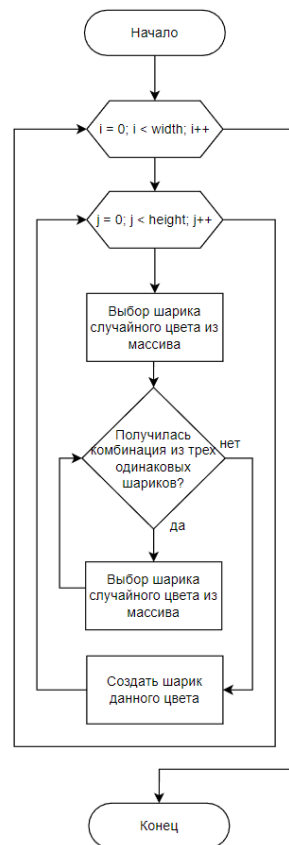


Рисунок 19 – Блок-схема заполнения игрового поля шариками

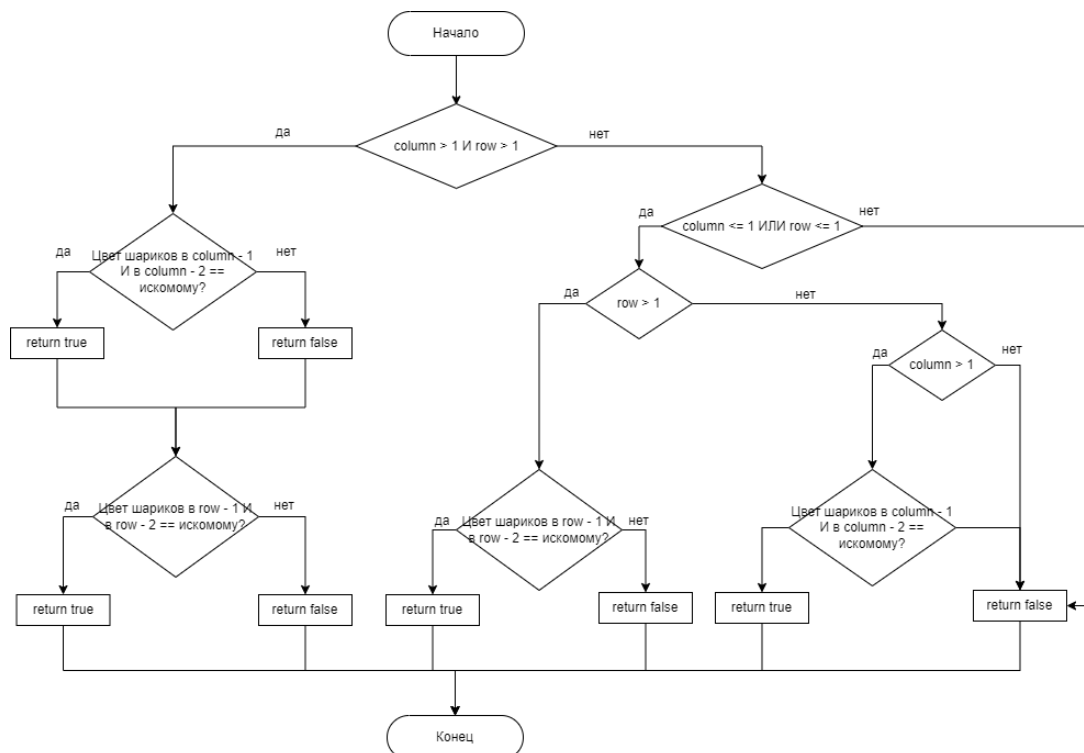


Рисунок 20 – Блок-схема проверки появления комбинаций из трех шариков при создании поля

Для заполнения игрового поля необходимо подготовить префабы. В качестве элементов будут выступать шарики различных цветов. Для заполнения поля используется та же логика, что и при его создании за тем исключением, что в качестве игрового объекта в функцию Instantiate передается массив объектов, откуда искомый объект выбирается случайным образом.

Проблема, возникающая при генерации шариков случайным образом, заключается в том, что существует вероятность при старте получить уже сложившуюся комбинацию из трёх и более элементов. Для того чтобы избежать этого, необходимо добавить проверку. Генерация элементов изображена на рисунке 21 – каждый столбик, начиная с нулевого, заполняется снизу вверх. Логика проверки в том, чтобы проверять два нижних соседних элемента столбца и два левых соседних элемента строки, так как верхние и правые соседи при генерации еще не будут существовать (рисунок 22).

Для того, чтобы облегчить работу с элементами игрового поля для префаба каждого из шариков был добавлен соответствующий его цвету тег. На рисунке 23 представлено заполненное шариками игровое поле с реализованным методом проверки.

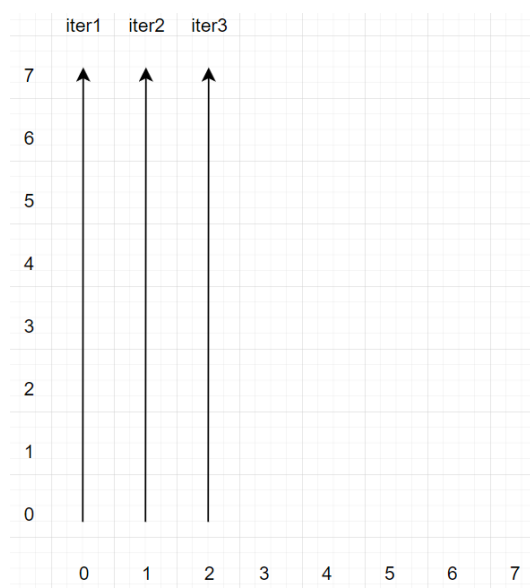


Рисунок 21 – Схема генерации элементов

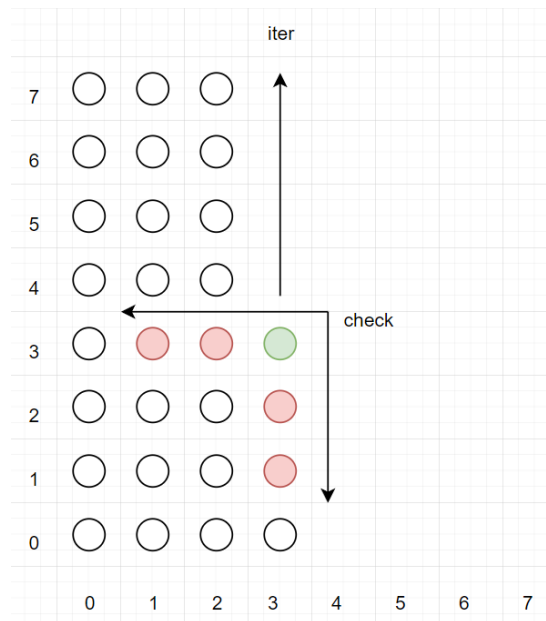


Рисунок 22 – Схема проверки элементов при генерации

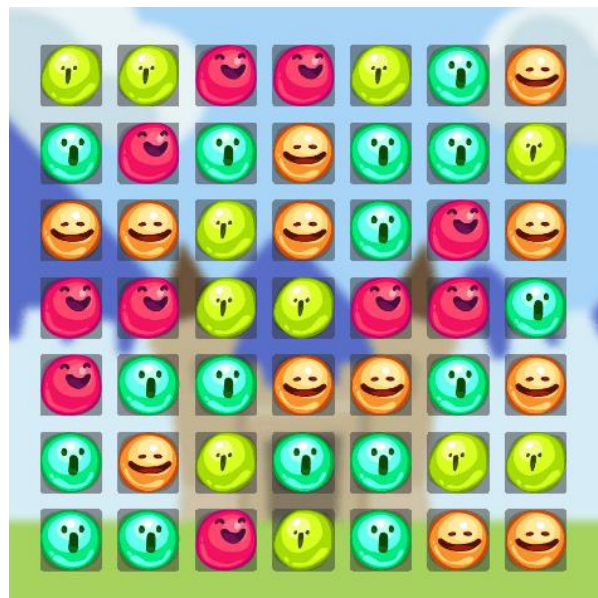


Рисунок 23 – Заполненное игровое поле

Во время игры может возникнуть ситуация, когда на поле не осталось возможных ходов для составления комбинаций. Чтобы решить эту проблему, нужно добавить проверку на существования комбинаций на поле и новый метод, который будет перемешивать шарики на доске.

Схема проверки на наличие доступных ходов схожа с той, что представлена на рисунке 22. Отличие в том, что для комбинации проверяются по одному соседнему элементу сверху и справа от искомого шарика. Нет

смысла проверять шарики слева и снизу, так как алгоритм работает по принципу, представленному на рисунке 21. Проверка идет по столбикам снизу вверх. Это значит, что для любого элемента существующая комбинация с соседом снизу или слева является комбинацией сверху или справа для него же в предыдущей итерации.

Метод, отвечающий за перемешивание доски, имеет следующую логику. Создается список объектов, куда помещаются все элементы текущего игрового поля. Затем оттуда достается случайный элемент, который занимает позицию элемента при итерационном проходе по доске, как показано на рисунке 21. После того как элемент из временного списка занял новую позицию на доске, он удаляется из этого списка. Но даже после перемешивания может возникнуть ситуация, когда не будет доступных ходов. Для решения этой проблемы необходимо проверить доступные ходы с рекурсивным вызовом метода перемешивания доски в случае, если после перемешивания все еще нет возможных комбинаций.

3.3. Перемещение шариков на игровом поле

За ход перемещается пара соседних шариков – они меняются местами и, если образовалась комбинация из трех или более шариков одинакового цвета, происходит удаление цепочки. Если комбинация не была составлена, шарики возвращаются на изначальные позиции. Шарики, которые расположены на краю игрового поля не могут перемещаться за его пределы, так как там нет соседей – это конец игровой зоны.

Пользователь во время игры не сможет передвигать элементы пальцем или курсором четко по осям X и Y относительно центра шарика. Для того, чтобы элементы перемещались в нужную сторону необходимо рассчитать на какой угол было сделано перемещение из начальной точки в конечную. Для этого можно воспользоваться простой формулой и рисунком 24, который поясняет процесс создания метода.

На первой картинке (а) схематично показывает принцип работы метода – при первом касании сдвигаемого объекта берутся координаты начальной точки, при втором касании – координаты конечной точки. Для того, чтобы определить в какую из четырех сторон было совершено движение, необходимо рассчитать угол сдвига относительно оси X. Вторая картинка (б) представляет собой прямоугольный треугольник, где по правилам тригонометрии исходный угол равен арктангенсу противолежащего катета к прилежащему. Третья картинка (в) поясняет работу системы координат и углов в Unity.

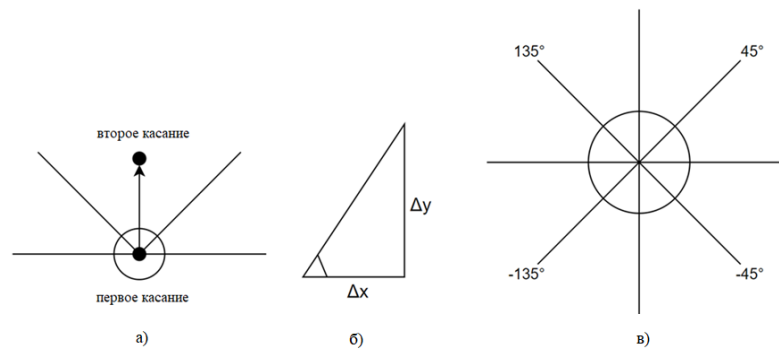


Рисунок 24 – Методика угла сдвига

Таким образом, рассчитав угол, можно понять в каком направлении шарик должен двигаться – вверх, вправо, влево или вниз.

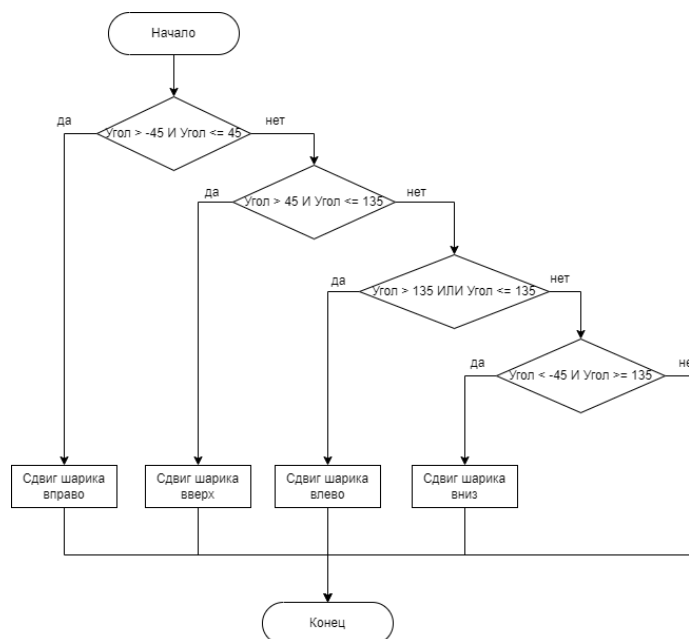


Рисунок 25 – Блок-схема передвижения шариков

3.4. Комбинирование шариков одного цвета

При комбинировании трёх элементов и более, идет удаление цепочки с поля. В таком случае нет смысла проверять более двух соседей искомого шарика с каждого из доступных для перемещения направлений. Шарик может стоять на краю поля, поэтому необходимо ввести проверку на выход за границы массива.

При перемещении пары шариков для каждого из них происходит поиск по тегу объекта среди соседей в заданном диапазоне.

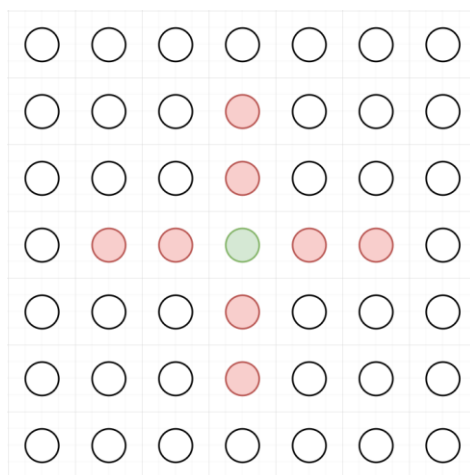


Рисунок 26 – Область проверки совпадающих шариков

На рисунке 27 флаг элемента `isMatched` показывает, совпадает ли цвет текущего элемента с соседним. Таким образом определяется составление комбинаций.

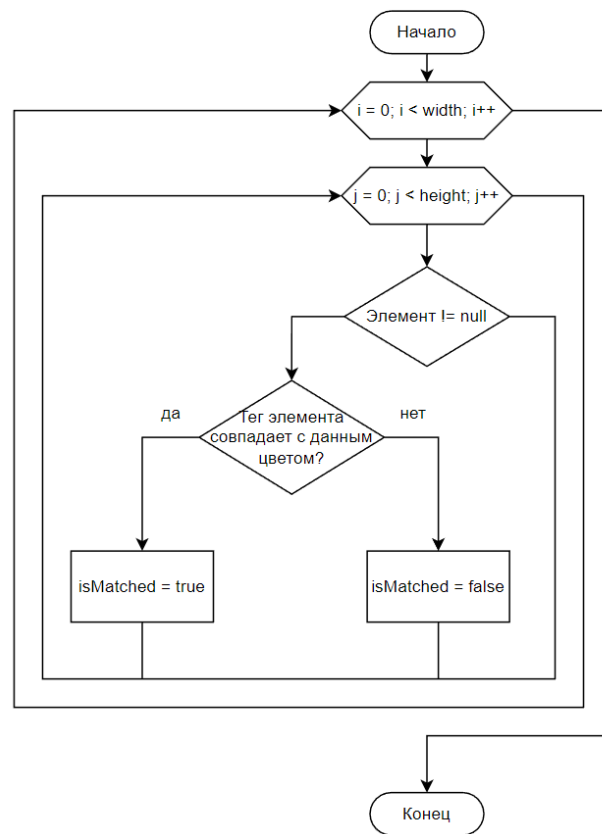


Рисунок 27 – Блок-схема проверки цвета

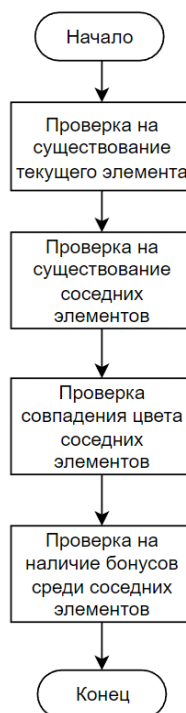


Рисунок 28 – Блок схема поиска совпадений

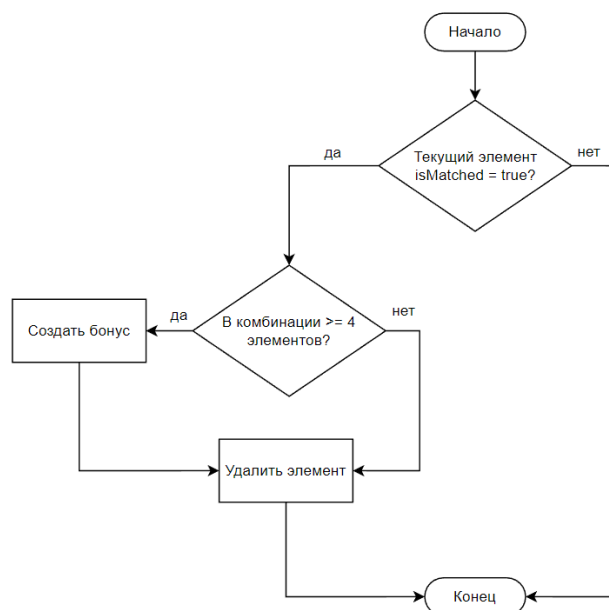


Рисунок 29 – Блок-схема удаления элементов комбинации

При составлении комбинаций из более чем трёх шариков, должны появляться бонусы.

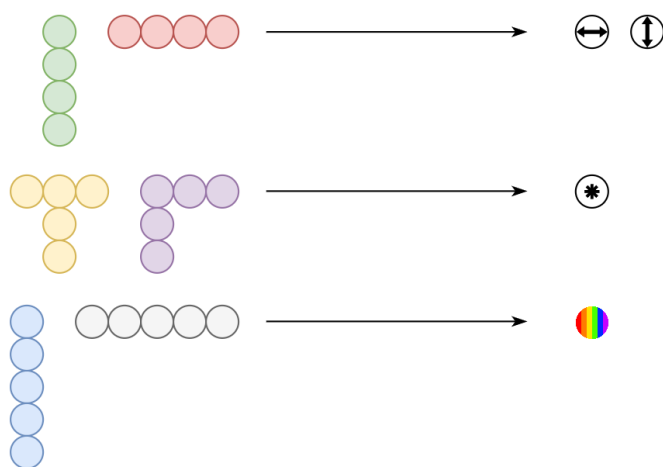


Рисунок 30 – Комбинации и бонусы

На рисунке 30 изображены комбинации и соответствующие им бонусы:

1. Комбинация из четырех шариков в ряд дает бонус «бомба-стрелка».
2. Комбинация из пяти шариков в виде Т-образной и Г-образной фигур дает бонус «стандартная бомба».
3. Комбинация из пяти шариков в ряд дает бонус «цветовая бомба».

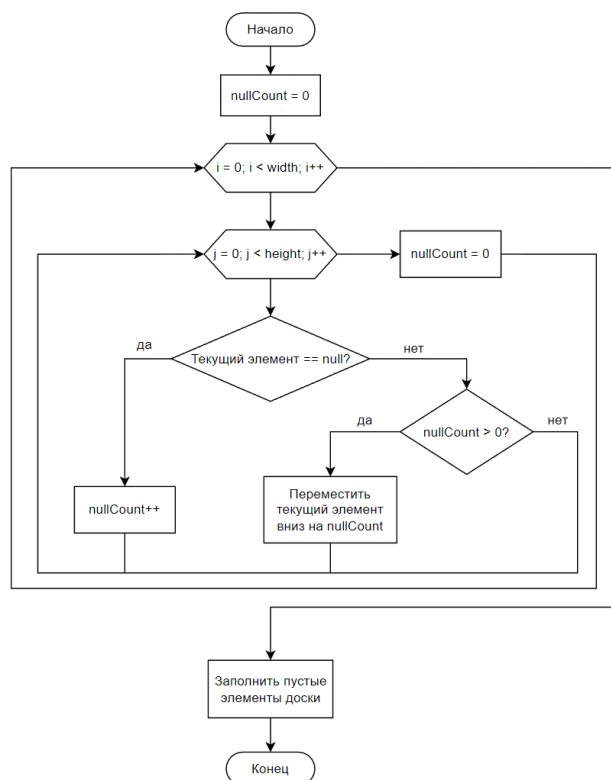


Рисунок 31 – Блок-схема перемещения верхних элементов вниз после удаления комбинации

После того, как комбинация была успешно составлена, шарики из этой цепочки удаляются с поля. Остается пустая область на поле, которую нужно заполнить. Необходимо реализовать падение верхних шариков вниз таким образом, чтобы они заполняли пустую область. Для этого нужно искать на поле клетки, в которых нет объекта – значение в них равно null. Поиск происходит по той же схеме, что и генерация поля (рисунок 21).

С помощью счетчика в столбце высчитывается количество пустых ячеек. Когда будет найден не null объект, его необходимо переместить на то количество элементов вниз, которое содержит счетчик (рисунок 32). После прохождения столбца счетчик обнуляется, чтобы продолжить корректную работу поиска. Таким образом происходит построчный сдвиг шариков вниз после удаления комбинации с поля.

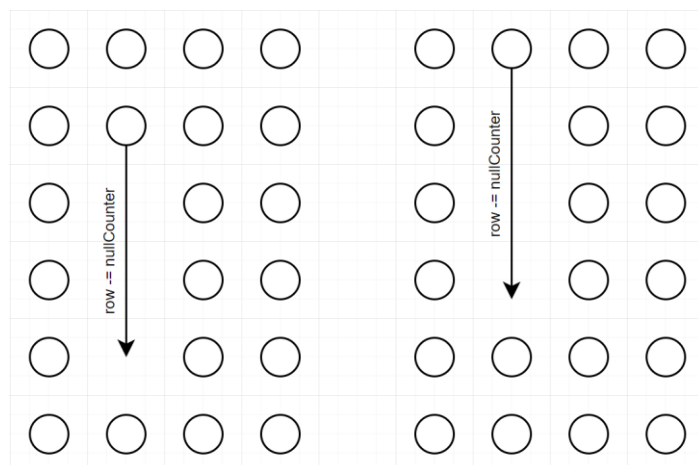


Рисунок 32 – Сдвиг шариков после удаления комбинации

Для удобства игрока необходимо добавить подсказки на поле, если он долго не может найти комбинацию. Эффект подсказки создается в редакторе эффектов частиц.

Метод поиска комбинаций для подсказки основан на методе поиска комбинаций для перемешивания доски. Разница лишь в том, что для подсказки создается список, куда помещаются все возможные комбинации на доске. После чего оттуда случайным образом достается одна комбинация. Чтобы визуализировать подсказку, с помощью функции Instantiate добавляется система частиц для одного из элементов возможной комбинации. На рисунке 33 изображен пример подсказки для комбинации трех светло-зеленых шариков.



Рисунок 33 – Подсказка для комбинации

3.5. Автозаполнение игрового поля после удаления комбинаций

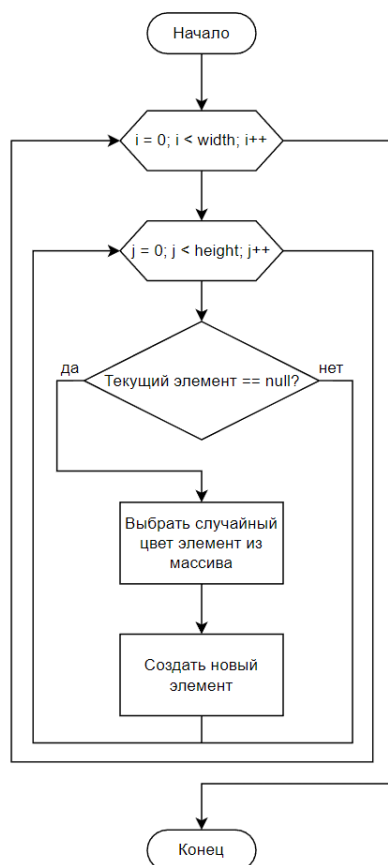


Рисунок 34 – Блок-схема автозаполнения игрового поля после удаления комбинаций

После падения всех шариков вниз область верхней границы доски все еще остается пустой, так как это конец игровой зоны и за её пределами нет игровых объектов. Логика метода автозаполнения объединяет поиск null значений из метода сдвига и генерацию шариков из метода заполнения доски при старте игры, где из списка заготовленных префабов выбирается случайный элемент.

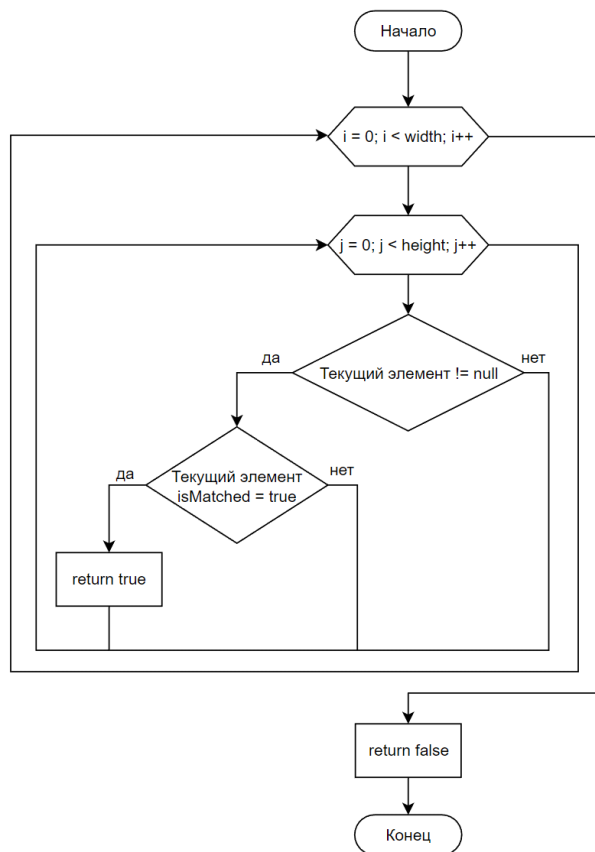


Рисунок 35 – Блок-схема проверки наличия комбинаций после автозаполнения

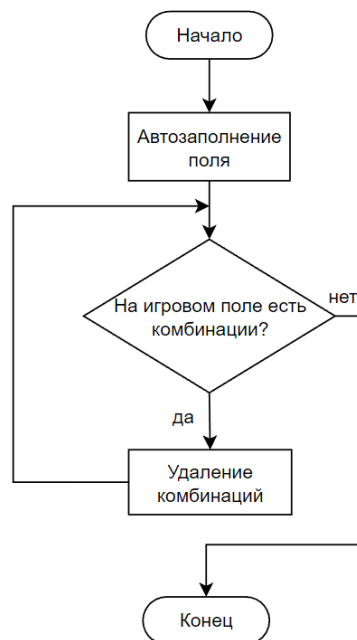


Рисунок 36 – Блок-схема каскадного удаления элементов

При автозаполнении может возникнуть каскадное удаление. В таком случае необходимо ограничить взаимодействия игрока с полем. Для этого были введены два состояния поля – move и wait. В первом случае игрок взаимодействует с шариками на доске, свободно передвигает их и составляет комбинации. Во втором случае, когда образуется каскадное удаление элементов (при генерации шариков комбинации составляются сами, без участия игрока) состояние доски переходит в режим ожидания – wait. То есть, пока каскадное удаление не завершится, игрок не сможет передвигать элементы.

После того, как реализовано перемещение шариков, составление комбинаций, подсказки, автозаполнение и перемешивание доски можно добавить несколько улучшений – систему частиц при удалении элементов и анимации для шариков.

Для создания частиц используется встроенная система Unity. Создается новый объект типа Particle, затем подгружаются заготовленные ассеты, настраиваются параметры анимации, сохраняется префаб системы частиц, который добавляется в компоненты объекта на сцене – в данном случае для доски.



Рисунок 37 – Пример системы частиц при уничтожении комбинации

Для создания анимаций в Unity использовались два инструмента – Animator Controller и Animation Clips. Первый служит для того, чтобы организовать работу нескольких анимационных клипов, настроить переходы и состояния между различными анимациями. Второй нужен для создания анимационных клипов при помощи инструментария для манипуляций с объектом в рамках определенного промежутка времени (кадра).

Всего было создано несколько анимаций – горизонтальное сплющивание шариков при падении, вертикальное сплющивание шариков при нажатии на них и блеск шариков во время игры.



Рисунок 38 – Примеры анимаций сплющивания

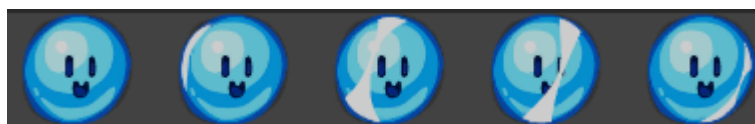


Рисунок 39 – Пример анимации блеска

Для первых двух анимаций использовалось изменение параметров объекта по высоте и ширине в рамках одного кадра. Для анимации блеска в рамках одного кадра изменяется спрайт объекта.

Так как имеется несколько наборов анимаций для каждого из шариков, то необходимо установить переходы между ними и задать необходимые условия. Так, для срабатывания сплющивания шарика при нажатии на него добавляется bool условие, состояние которого изменяется в скрипте в методе нажатия кнопки мыши по объекту.

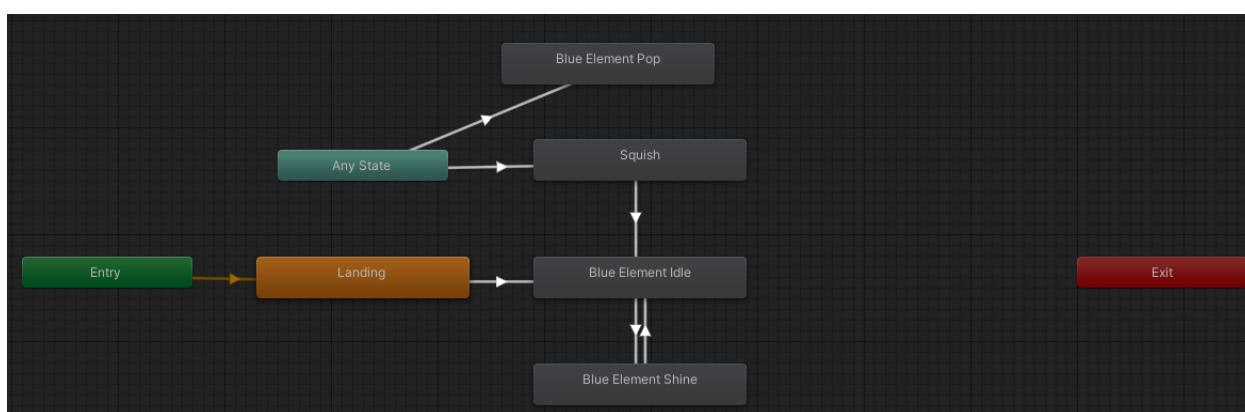


Рисунок 40 – Переходы между различными анимациями

3.6. Бонусы на игровом поле

На рисунке 30 изображены бонусы и соответствующие им комбинации. «Бомба-стрелка» зависимости от направления, полностью уничтожает строку или столбец. «Стандартная бомба» уничтожает квадрат шариков размером 3х3, где центром является сама бомба. «Цветовая бомба» уничтожает с поля все шарики одного цвета.

При комбинации в четыре элемента необходимо решить, какую «бомбу-стрелку» нужно добавить на поле. Сделать это можно с помощью проверки угла передвижения элемента, который составил комбинацию. То есть, если комбинация четыре в ряд была получена с помощью перемещения шарика вверх или вниз, то образуется бомба с вертикальной стрелкой. Если перемещение было вправо или влево, то появляется бомба с горизонтальной стрелкой.

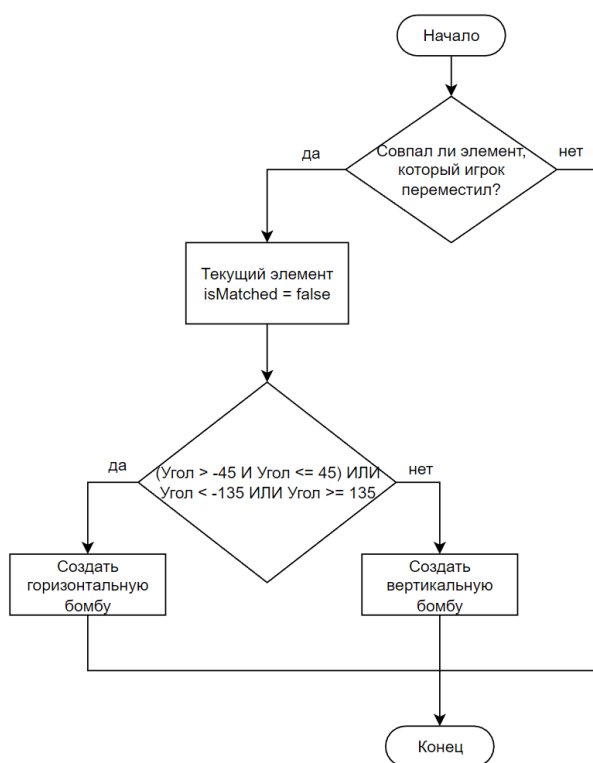


Рисунок 41 – Блок-схема создания «бомбы-стрелки»

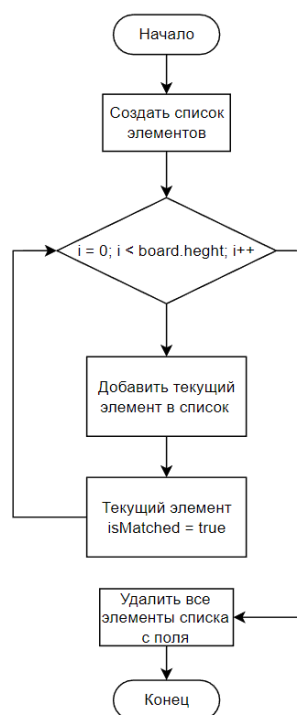


Рисунок 42 – Блок-схема логика работы «бомбы-стрелки».

Логика работы вертикальной и горизонтальной бомбы почти одинакова. Единственное отличие в том, что в условии цикла меняется параметр высоты или ширины доски (height или width).

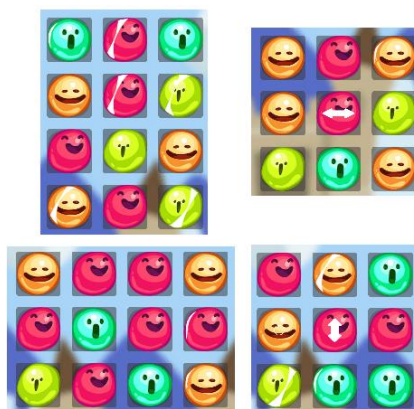


Рисунок 43 – Пример комбинаций для бомбы-стрелки

Для создания цветовой или стандартной бомбы нужно знать, какого вида была составлена комбинация пять шариков в ряд. Из списка элементов комбинации берутся координаты первого элемента, которые сравниваются со

всеми последующими. При совпадении вертикальной или горизонтальной координат увеличиваются соответствующие счетчики.



Рисунок 44 – Блок-схема определения типа комбинации из пяти элементов

Если счетчик количества совпадений по горизонтали или вертикали равен 5, то это значит, что была составлена комбинация пять в ряд. Во всех остальных ситуациях это будет Г-образная или Т-образная комбинации. В зависимости от этого и создается нужный бонус.

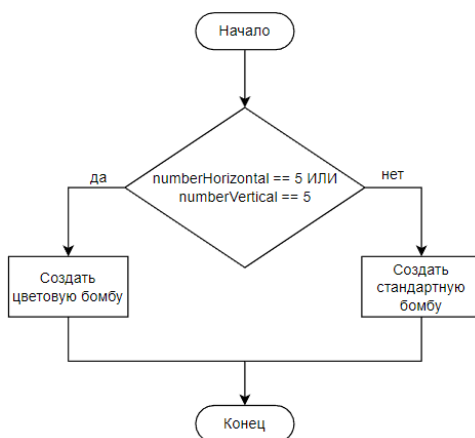


Рисунок 45 – Блок-схема создания бомб из комбинации 5 шариков

Для активации цветовой бомбы её необходимо сдвинуть в любом из направлений, то есть образовать парную комбинацию с каким-либо шариком

на поле. После этого происходит поиск и удаление всех шариков такого же цвета.

Стандартная бомба срабатывает, когда она сама является частью комбинации. Поскольку бомба является центром «взрыва», то относительно её координат в области 3x3 будут удалены все элементы.

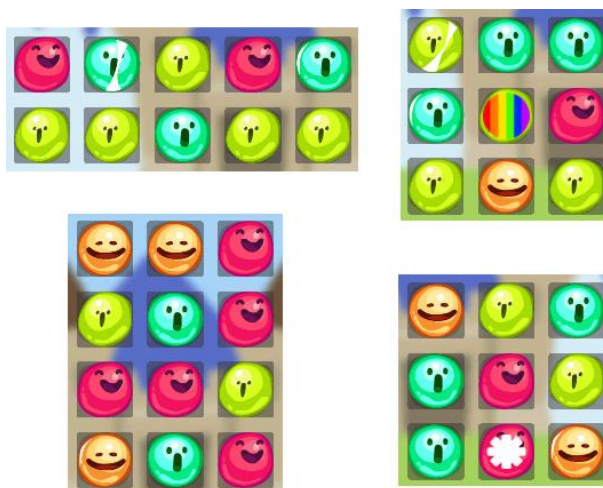


Рисунок 46 – Пример комбинаций цветной и стандартной бомб

3.7. Создание уровней и сохранение данных пользователя

Для создания уровней используются ScriptableObject. По сути это код класса, который позволяет создавать скриптуемый объект для хранения больших объёмов общих данных, не зависящих от экземпляров скриптов [40].

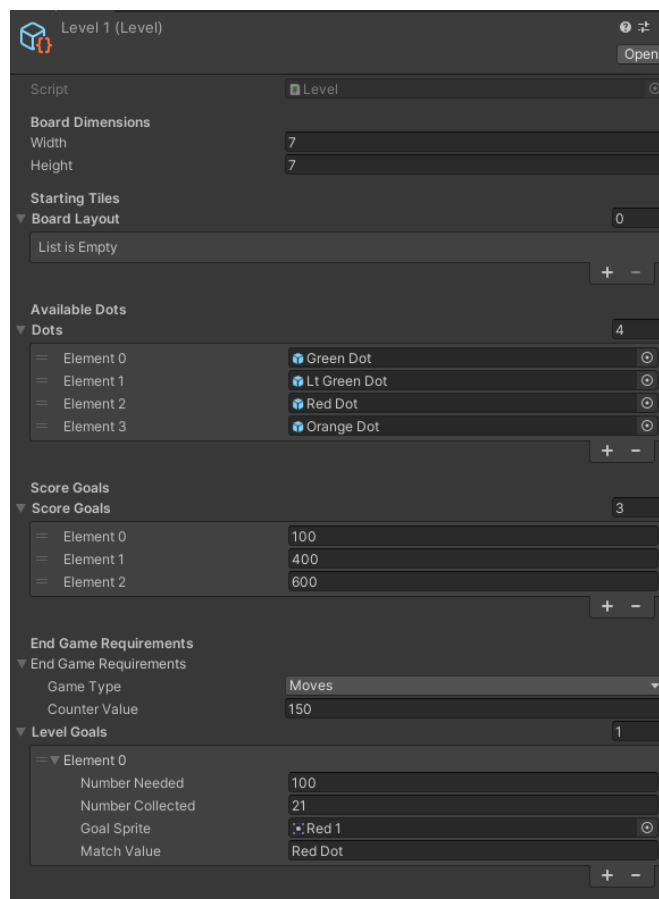


Рисунок 47 – Скриншот параметров ScriptableObject для уровня

На рисунке 47 в параметрах объекта для уровня выставляется размер игрового поля, выбираются «ограничители» и цвета шариков для генерации, количество очков для получения звезд, тип игры (на время или ограничение по ходам), цель для прохождения уровня (спрайт элемента и необходимое количество). Таким образом создается нужная конфигурация уровня.

Для сохранения данных в JSON был написан простой класс. Данные сохраняются после завершения уровня и выхода из игры. Убедиться в его работоспособности можно по появлению нового объекта на сцене, который содержит необходимую информацию – количество открытых уровней,

количество очков на уровне, количество звезд на уровне. Точно такие же данные сохранены в JSON файле в корне проекта (рисунок 49).

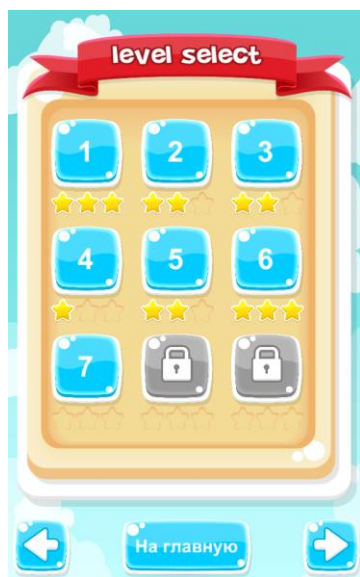


Рисунок 48 – Экран выбора уровней

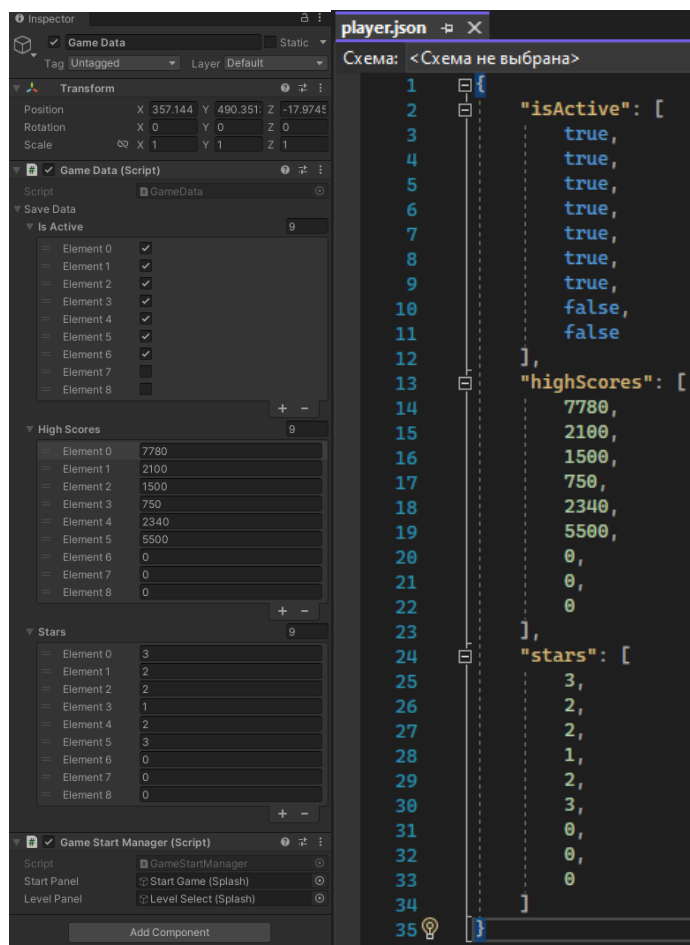


Рисунок 49 – Сохранение игровых данных

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

В рамках данной выпускной квалификационной работы разрабатывается клиент-серверное мобильное приложение на примере логической головоломки в жанре «три в ряд». Суть данной игры заключается в перемещении элементов на игровом поле с целью составления шаблонных комбинаций из одинаковых элементов. Для победы на уровне необходимо выполнить определенное условие, к примеру, набрать определенное количество очков. Разработка проекта осуществлялась одним студентом-разработчиком под руководством научного руководителя.

Цель данного раздела – определение перспективности и успешности проекта, оценка его эффективности, определение рисков, а также формирование бюджета проекта и состава работ.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки проекта.
2. Спланировать этапы реализации проекта.
3. Провести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.
4. Рассчитать бюджет проекта.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

За последнее десятилетие цифровизация индустрии развлечений и отдыха вышла на новый уровень. Число людей, которые так или иначе

вовлечены в игровую индустрию растет с каждым годом. И каждый преследует свою цель, погружаясь в виртуальную среду. Кто-то соревнуется в играх различных жанров, участвует в турнирах и пытается стать лучшим – так появился киберспорт, который развивается семимильными шагами и получает огромные инвестиции и новых спонсоров из других отраслей, даже не связанных с играми. Кто-то нашел себя в медиапространстве и стал стримером или видеоблогером, собрав аудиторию единомышленников и по сути, заменив многим привычные нам средства массовой информации. А кто-то просто отдыхает в играх от суеты реального мира и проблем, которые окружают нас каждый день.

В течение последних нескольких лет игровая индустрия перевернулась с ног на голову и первенство в данной отрасли уверенно занял мобильный гейминг. Дефицит техники и комплектующих, вызванный пандемией, оказался куда более серьезным для других игровых платформ – ПК-гейминга и игровых консолей. Доступность мобильных телефонов, а также простота и удобство в их использовании привели к тому, что большинство геймеров перешли на мобильные игры. Все это привело к тому, что за 2021 год доход от мобильных игр составил более \$93 млрд. прибыли – более трети от общего дохода рынка [2]. Такие показатели привлекли внимание инвесторов, что положительно сказалось на числе компаний-разработчиков, новых проектов и конкуренции на рынке.

Одним из самых популярных жанров в мобильном гейминге является «три в ряд». Его привлекательность заключается в коротких игровых сессиях, простых правилах, большом количестве наград и казуальности [8]. Совокупность данных факторов позволяют играть в головоломку буквально где угодно и когда угодно – очередь в магазине, поездка в метро, перерыв на обед или просто отдых после рабочего дня. Потенциальными потребителями продукта могут быть пользователи мобильных телефонов всех возрастов, но,

как показали исследования, целевая аудитория жанра «три в ряд» – женщины старше 30 лет, они составляют около 70% от общей массы игроков.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

В настоящее время на рынке существует множество продуктов в жанре «три в ряд». Большинство из них имеет схожую функциональность, способы монетизации и игровые механики. Для сравнения, были выбраны три наиболее популярных игры – Royal Match, Gardenscapes и Candy Crush Saga [9-11]. Последняя ушла с российского рынка и более недоступна для загрузки, а множество функций были отключены для российских игроков, поэтому в данном разделе Candy Crush Saga рассматриваться не будет.

Для более понятной и наглядной оценки конкурентоспособности разрабатываемого приложения была построена карта сравнения конкурентных технических решений, которая представлена в таблице 4. Индекс «И» обозначает разрабатываемое приложение, индекс «Р» – игру Royal Match, а индекс «Г» – игру Gardenscapes.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _И	Б _Р	Б _Г	К _И	К _Р	К _Г
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Графическая составляющая игры	0.1	3	3	5	0,3	0,3	0,5
2. Анимации на игровом поле	0.2	3	3	4	0,6	0,6	0,8
3. Скорость геймплея	0.2	5	3	2	1	0,6	0,4
4. Простой и понятный интерфейс	0.2	5	4	3	1	0,8	0,6
5. Разнообразие игрового контента	0.1	1	5	5	0,1	0,5	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Средняя стоимость внутриигровых покупок	0.2	4	3	2	0,8	0,6	0,4
Итого	1	21	21	21	3,8	2,4	3,2

Из полученных данных оценочной карты можно сделать вывод о том, что в рамках выделенных критериев разрабатываемое приложение является

конкурентноспособным. Основными преимуществами можно выделить небольшое количество простой графики, быстрые и плавные анимации на игровом поле, высокую скорость геймплея, а также минималистичный интерфейс. В разнообразии игрового контента конкуренты имеют значительное преимущество в следствие того, что на рынке они находятся уже несколько лет и над ними работают целые команды разработчиков.

4.1.3. SWOT-анализ

SWOT-анализ дает возможность выделить сильные и слабые стороны продукта, а также определить его потенциал и возможные угрозы.

Процесс анализа строится из двух этапов – на первом, начальном, выделяются слабые и сильные стороны продукта, определяются его потенциал и возможные угрозы. На втором этапе, завершающем, происходит определение соотношений всех фактов, которые выявляются на первом этапе.

Результаты анализа представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Несложные анимации и простая приятная графика С2. Минималистичный интерфейс С3. Высокая скорость игры	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие коммерческого опыта в разработке проекта Сл2. Низкая скорость развития проекта из-за маленького штата разработчиков (1 человек) Сл3. Недостаток игрового контента
Возможности: В1. Рост скорости развития проекта за счет увеличения штата разработчиков В2. Добавление нового контента, реализация новых идей и игровых механик, улучшение графической и технической составляющих игры В3. Привлечение новой аудитории из других	Игроки постоянно находятся в поиске чего-то нового. Новая игра в жанре, которая отличается своей простотой в графическом плане и задает высокую скорость игры, позволяет не только запустить её почти на любом устройстве, но и дает игроку возможность неосознанно уделять ей больше времени. Это	Существует риск, что развитие приложения может не успевать за ростом аудитории. В будущем это может привести к тому, что недостаток контента или общего качества продукта оттолкнет приобретенную аудиторию и воспрепятствует появлению новых игроков.

проектов, которые хотят попробовать чего-то нового	несомненно может привлечь новую аудиторию и позволит конкурировать даже с лидерами рынка. Дальнейшее развитие позволит привлечь новую аудиторию и удержать уже приобретённую. При использовании грамотной стратегии монетизации, пропорционально росту аудитории будет расти прибыльность проекта.	
Угрозы: У1. Развитие конкурирующей продукции У2. Изменения трендов на рынке игровой индустрии У3. Нехватка финансирования	Нехватка финансирования может привести к тому, что из-за невозможности расширить штат сотрудников проект столкнется с трудностями, когда инновационные технические решения конкурентов или изменения трендов индустрии понизят спрос на продукт из-за невозможности адаптироваться к новым условиям и задачам.	Наибольшим риском является проигрыш конкурентной борьбы из-за недостаточно быстрого развития продукта и уже сформировавшейся базы игроков у конкурентов.

Подводя итог по SWOT-анализу, можно сделать вывод о том, что совокупность сильных сторон и возможностей разрабатываемого приложения перевешивают слабые стороны и угрозы, что делает разработку целесообразной и актуальной.

4.2. Планирование работ по научно-техническому исследованию

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ представлен в таблице ниже.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнитель
	1	Обзор конкурентных решений	Гунько А.А.

Исследование предметной области	2	Определение потребностей стейкхолдеров	Гулько А.А.
Проектирование	3	Проектирование функций	Гулько А.А.
	4	Проектирование базы данных	Гулько А.А.
	5	Выбор инструментов для разработки	Гулько А.А.
	6	Проектирование архитектуры приложения	Гулько А.А.
Разработка	7	Разработка серверной части	Гулько А.А.
	8	Разработка клиентской части	Гулько А.А.
Тестирование	9	Проведение закрытого тестирования разработанного приложения	Гулько А.А.
Оформление отчета	10	Составление пояснительной записки	Гулько А.А.

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, который зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости t_{oji} используется следующая формула:

$$t_{oji} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (4.1)$$

где t_{oji} – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

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

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

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

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

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Согласно производственному календарю для 6-дневной рабочей недели в 2023 году на 365 календарных дней приходится 247 рабочих дней и 118 выходных или праздничных дней. Таким образом, коэффициент календарности на 2023 год равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения таблицы и графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.3)$$

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

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

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

Используя полученный коэффициент календарности, была составлена таблица временных показателей проведения научного исследования, представленная ниже.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ	Исполнитель работы	Длительность работ в	Длительность работ в
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

	T_{min}	T_{max}	$T_{ож}$		рабочих днях T_{pi}	календарных днях T_{ki}
Обзор конкурентных решений	2	3	2,4	Гулько А.А.	2	3
Определение потребностей стейкхолдеров	3	4	3,4	Гулько А.А.	3	4
Проектирование функций	18	22	19,6	Гулько А.А..	20	30
Проектирование базы данных	4	6	4,8	Гулько А.А.	5	7
Выбор инструментов для разработки	1	2	1,4	Гулько А.А.	1	2
Проектирование архитектуры приложения	12	16	13,6	Гулько А.А.	14	21
Разработка серверной части	10	15	13	Гулько А.А.	13	19
Разработка клиентской части	25	30	27	Гулько А.А.	27	40
Проведение тестирования разработанного приложения	6	8	6,8	Гулько А.А.	7	10
Составление пояснительной записки	14	18	15,6	Гулько А.А.	16	24

При помощи показателей, приведенных в таблице 7, был разработан календарный график-план проведения научного исследования. Для его иллюстрации была составлена диаграмма Ганта, представленная на рисунке

50. Ориентировочные даты проведения работ с 9 января 2023 года по 22 мая 2023 года.

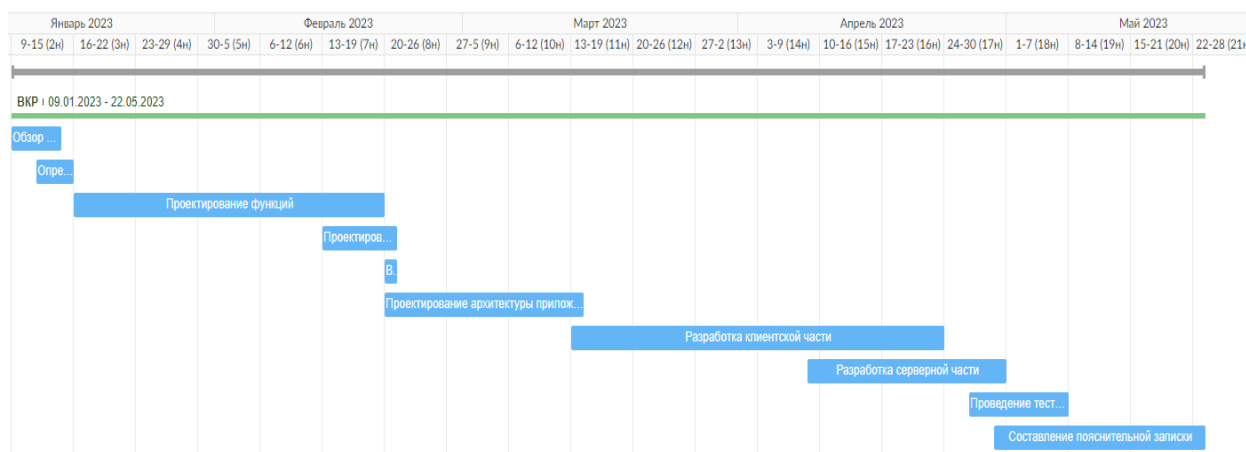


Рисунок 50 – Диаграмма Ганта

4.3. Бюджет научного-технического исследования

Бюджет научного исследования в полной мере должен демонстрировать планируемые расходы для его выполнения. Он формируется из следующих пунктов: материальные затраты, затраты на специальное оборудование, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы.

4.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (4.4)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

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

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Интернет	месяц	5	600	3000
Электроэнергия	кВт*ч	2416	3,5	8546
Итого, руб.				11456

4.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

При выполнении работ использовался персональный компьютер стоимостью 88 тысяч рублей, а также бесплатное программное обеспечение со свободной моделью распространения.

4.3.3. Основная заработная плата исполнителя

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (4.5)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (для 6-дневной рабочей недели $M = 10,4$);

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет баланса для 6-дневной недели приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Баланс рабочего времени (для 6-тидневной рабочей недели)

Показатели рабочего времени	Количество дней
Календарное число дней	365
Количество нерабочих дней (выходные/праздники)	118
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	48

Действительный годовой фонд рабочего времени	199
--	-----

Исходя из полученных данных, действительный годовой фонд рабочего времени равен 199, следовательно среднедневная заработная плата будет следующей:

$$З_{\text{дн}} = \frac{25000 \cdot 10,4}{199} = 1306,53 \text{ руб.}$$

Для расчета основной заработной платы используется формула:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \cdot T_{\text{р}}$$

где $З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

В таблице ниже приведен расчет основной заработной платы на период выполнения научно-исследовательского проекта.

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Гуенько А.А.	0,3	0,2	1,3	1306,53	96	244582,42
Итого						244582,42

4.3.4. Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} , \quad (4.6)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,12.

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 244582,42 = 29349,89$$

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Величина отчислений во внебюджетные фонды составляет:

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot (244582,42 + 29349,89) = 82727,56 \text{ руб.}$$

4.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов равна 16%.

Накладные расходы для исполнения составили:

$$Z_{\text{накл}} = (11456 + 88000 + 244582,42 + 29349,89 + 82727,56) \cdot 0,16$$

$$= 72978,54 \text{ руб.}$$

4.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты НТИ	11456	Пункт 5.3.1
Затраты на специальное оборудование для научных работ	88000	Пункт 5.3.2
Затраты по основной заработной плате исполнителя темы	244582,42	Пункт 5.3.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителя темы	29349,89	Пункт 5.3.4
Отчисления во внебюджетные фонды	82727,56	Пункт 5.3.5
Накладные расходы	72978,54	Пункт 5.3.6
Бюджет затрат НТИ	529094,41	

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

При расчете показателей эффективности оценивались 2 варианта исполнения системы:

1. Разработка с использованием движка Unity.
2. Разработка с использованием движка Unreal Engine.

Стоимость разработки в обоих случаях будет примерно одинаковой, так как оба движка распространяются бесплатно, в связи с чем отдельный расчет для второго варианта не производился. Исходя из этого, интегральный финансовый показатель для каждого из вариантов был принят за единицу.

Первый вариант является наиболее выгодным непосредственно для разработки, так как он требует знания языка программирования C#, в то время как для второго варианта необходимо знание языка программирования C++, что в свою очередь потребует дополнительных временных трат от разработчика. Плюсом ко всему движок Unity в большей степени адаптирован для небольших проектов, в том числе мобильных приложений, в то время как ресурсы Unreal Engine позволяют создавать масштабные проекты с использованием новейших технологий в области графики. Поэтому использование UE для чего-то незначительного является не самым логичным решением в следствие того, что потенциал движка не будет раскрыт в полной мере.

Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности обоих вариантов исполнения приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Время необходимое на разработку		0,2	5	3

2. Простота изучения	0,15	4	3
3. Рациональность использования для небольшого проекта	0,2	5	3
4. Функциональность	0,2	5	5
5. Масштабируемость	0,15	3	5
6. База знаний и ассетов	0,1	4	3
Итого	1	4,45	3,7

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{р-испi}}{I_{фин.р}^{испi}}$$

Так как интегральный финансовый показатель ($I_{фин.р}^{испi}$) равен единице для обоих вариантов, то интегральные показатели эффективности будут иметь те же значения, что и интегральные показатели ресурсоэффективности ($I_{р-испi}$).

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}} \quad (4.7)$$

Расчет сравнительной эффективности проекта приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,45	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,45	3,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83

Сравнив значения интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

4.5. Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В результате работы над данным разделом была дана оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки мобильного приложения в жанре «три в ряд», сформирован график работ и бюджет затрат, а также определена эффективность исследования.

Был проведен SWOT-анализ, который показал сильные и слабые стороны проекта, риски и возможности. По его результатам был сделан вывод о том, что разработка проекта является актуальной и целесообразной.

При планировании научно-исследовательских работ для более наглядной визуализации графика была построена диаграмма Ганта, а также определены ориентировочные даты выполнения работ.

Результатом расчета расходов стал сформированный бюджет затрат научного исследования, который составил 529094,41 рублей.

При определении и сравнении интегральных показателей эффективности вариантов исполнения было выявлено, что наиболее выгодным является первый вариант исполнения, а именно разработка на движке Unity.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Выпускная квалификационная работа представляет собой проектирование и разработку мобильной головоломки в жанре «три в ряд». Актуальность работы подтверждается тем, что в настоящее время рынок мобильных игр показывает невероятную динамику роста популярности. В связи с этим, для разработчиков открылись новые способы монетизации контента из других отраслей индустрии, что привело не только к увеличению прибыли для компаний, но и позволило привлечь огромные инвестиции. Данное приложение предназначено для аудитории любого возраста и служит источником развлекательного контента для приятного времяпрепровождения. К примеру, можно скоротать время в очереди, а можно отдохнуть и отвлечься после тяжелого рабочего дня, решая незамысловатую головоломку.

Исследование и разработка проводились в г. Томске, в офисе площадью 30 м^2 и объёмом 90 м^3 . В комнате имеется три окна, дверь и естественная вентиляция. Помещение оборудовано источниками искусственного освещения, столом, офисным креслом и персональным компьютером с необходимой периферией.

В данном помещении в одну смену может находиться до двух человек. В таком случае, на одного человека приходится около 15 м^2 площади помещения и 45 м^3 объема помещения, что удовлетворяет санитарным нормам, согласно которым на одного работника должно выделяться не менее 6 м^2 площади и 24 м^3 объема помещения.

Во время выполнения данной выпускной квалификационной работы группа по разработке мобильной игры в жанре «три в ряд» состояла из научного руководителя и студента-разработчика.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства

Трудовой кодекс Российской Федерации определяет обязанности и права не только работника, но и работодателя. Также он регулирует вопросы, касающиеся профподготовки, переподготовки, повышения квалификации и охраны труда [15]. Важным моментом является и то, что в нем закрепляются правила оплаты и нормирования труда, а также порядок разрешения трудовых споров. Данный законодательный акт является основополагающим в области трудовых отношений между работником и работодателем.

Перечень основных положений, необходимых для соблюдения [15]:

1. Продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю.
2. В течение рабочего дня предоставляется перерыв для отдыха и питания продолжительностью не менее 30 минут и не более двух часов.
3. Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых).

5.1.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Рабочее место должно быть обустроено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя» и ГОСТ 21889-76 «Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования». Перечень основных требований [16-17]:

1. Конструкция мебели рабочего места должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки высоты соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы.

2. Конструкция рабочего места должна обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля.

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

4. Часто используемые средства отображения информации, требующие менее точного и быстрого считывания показаний, допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от сагиттальной плоскости.

При выполнении выпускной квалификационной работы указанные правовые и организационные требования были выполнены, а рабочее место было оборудовано согласно всем нормам и правилам.

5.2. Производственная безопасность

Условия труда, в которых разрабатывается приложение, в том числе устройства, с помощью которых осуществляется проектирование и разработка, могут спровоцировать появление вредных и опасных факторов производства.

При выполнении работ на персональном компьютере согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» имеют место быть следующие факторы, представленные в таблице 14 [18]:

Таблица 14 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте инженера-программиста

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [19]
Статические физические перегрузки, связанные с рабочей позой	Приказ Минтруда России от 29 октября 2021 г. № 774Н «Об утверждении общих требований к организации безопасного рабочего места» [20]

Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [21]
Перенапряжение зрительных анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой и длительным сосредоточенным наблюдением	
Монотонность труда, вызывающая монотонию	
Эмоциональные перегрузки	
Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [22]

1) Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.

Недостаточная освещенность рабочего места возникает вследствие отсутствия или нехватки необходимого количества источников освещения.

Данный фактор приводит к снижению работоспособности и эффективности труда, а также может стать причиной нарушения зрения работника.

Согласно нормативному документу СП 52.13330.2016 зрительная работа сотрудника за персональным компьютером характеризуется как работа разряда Б подразряда 1, то есть работа высокой точности с наименьшим эквивалентным размером объекта различения 0,3-0,5 мм и относительной продолжительностью зрительной работы при направлении на рабочую поверхность не менее 70% [19]. В таблице 15 приведены требования к освещению помещения для работы категории разряда Б1.

Таблица 15 – Требования к освещению рабочего помещения для разряда Б1

Искусственное освещение			
Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более

300	100	21	15
-----	-----	----	----

Повышенная яркость света в зоне периферийного зрения значительно увеличивает напряжение на глаза и приводит к переутомлению, поэтому необходимо найти баланс между уровнем окружающего освещения и яркостью монитора, чтобы эти значения были приблизительно равны. Для достижения данной цели можно установить дополнительные источники искусственного освещения, повысить мощность существующих или увеличить площадь поступающего естественного света через оконные проемы.

2) Статические физические перегрузки, связанные с рабочей позой.

Статические физические перегрузки могут возникнуть из-за работы за неправильно оборудованным рабочем местом. К примеру, стол неустойчив или не подходит сотруднику по росту, вследствие чего свободно работать за ним не предоставляется возможным. Либо же у кресла не регулируется наклон спинки или высота сидения.

Подобного рода неудобства за рабочим местом создают нагрузку на опорно-двигательную и функциональные системы организма, что приводит к возникновению сколиоза, остеохондроза, варикоза и невралгии.

Для снижения вредного воздействия данного фактора необходимо руководствоваться приказом Минтруда России об утверждении общих требования к организации безопасного рабочего места, в частности нужно принять во внимание пункты второго раздела «Требования к организации рабочего места» [20]. Во время разработки приложения все требования данного стандарта были соблюдены, поэтому в процессе работы для поддержания мышц в тонусе и улучшения общей продуктивности во время перерывов проводились разминки и физические упражнения, направленные на поддержания мышц тела в тонусе.

3) Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой.

Умственное переутомление – это состояние, которое возникает из-за длительной и напряженной работы.

В результате воздействия данного фактора у работника возникают чувство постоянной усталости, проблемы с концентрацией и снижение работоспособности, так как устает не только мозг, но и тело.

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 в зависимости от задач, выполняемых работником класс условий труда по показателю интеллектуальной нагрузки, может варьироваться. В связи с этим во время разработки приложения рабочий процесс был построен таким образом, чтобы снизить продолжительную информационную нагрузку на мозг. Для этого организовывались периодические перерывы, а для упрощения ведения разработки использовался бэклог, в котором были описаны задачи с приоритетом для выполнения, что также разгружало мозговую активность и позволяло сконцентрироваться на том, что действительно важно в данный момент времени [21].

4) Перенапряжение зрительных анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой и длительным сосредоточенным наблюдением.

Данное явление также называется астенопией. Это расстройство, появляющееся во время работы глаз на малом расстоянии от предмета внимания или при длительном зрительном перенапряжении.

Результатом постепенного развития этого расстройства может стать ухудшение зрения, а также различные офтальмологические заболевания.

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 класс труда по показателю сенсорных нагрузок варьируется в зависимости от длительности работы и количества задач, выполняемых работником. В связи с этим во время разработки приложения рабочий процесс имел систематические перерывы, во время которых проводились упражнения и разминка для глаз, а также массаж в области глаз [22].

5) Монотонность труда, вызывающая монотонию.

Большинство специалистов в области IT сталкиваются с работой, которая требует длительного выполнения однообразных операций или действиями, которые предполагают сохранение непрерывной концентрации и внимания.

Подобные условия могут привести к монотонии, которая влечет за собой апатию, сонливость, утомляемость и низкую продуктивность с желанием сменить вид деятельности.

Принимая во внимание руководство Р 2.2.2006-05, класс труда по показателю монотонных нагрузок варьируется в зависимости от продолжительности выполнения монотонных действий и их количества. Поэтому, для того чтобы избежать выгорания и негативных последствий данного фактора, во время работы организовывались перерывы, направленные на смену вида деятельности, отдыха от рутинных задач, а также для выполнения физических упражнений с целью разнообразить не только рабочий процесс, но и процесс отдыха.

б) Эмоциональные перегрузки.

Эмоциональное состояние работника зависит от нагрузки, которую получает его центральная нервная система. Существует множество внешних факторов, которые влияют на неё – монотонность работы, интеллектуальные и эмоциональные перегрузки, режим работы, взаимоотношения с коллегами.

При повышенных эмоциональных перегрузках и стрессе велика вероятность появления апатии, раздражительности, повышается конфликтность. Все это приводит к выгоранию и человек просто не может нормально функционировать не только на рабочем месте, но и в повседневной жизни. Кроме того, помимо психологического здоровья ухудшается и физическое состояние – появляются проблемы с давлением, головные боли, бессонница и нарушается деятельность сердца.

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 класс труда по показателю эмоциональных нагрузок варьируется в зависимости от степени ответственности за результат работы, собственную жизнь и жизнь других лиц,

а также количества конфликтных ситуаций. В процессе разработки данные показатели были определены, как минимальные или вовсе исключены. В общем случае, во избежание негативных последствий данного фактора, рекомендуется соблюдение режима сна, хороший отдых, который поможет нервной системе прийти в норму, исключение источников негативного влияния, в тяжелых случаях стоит обратиться к врачу.

7) Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.

При работе с компьютером сотрудник находится в непосредственной близости к электроприборам и электросетям, которые находятся под электрическим напряжением. Поражение электрическим током может произойти в результате скачков напряжения, статического поля, некачественной электропроводки или неисправности техники.

Удар током влечет за собой появление ожогов и судорог. В зависимости от воздействия, в некоторых ситуациях может произойти потеря сознания, нарушение деятельности внутренних органов и даже летальный исход.

Требования к защите от поражения электрическим током определены в ГОСТ 12.1.019–2017 [22]. Для защиты от электрического воздействия необходимо соблюдение следующих пунктов:

1. Должно быть обеспечено наличие надежных и быстродействующих автоматических устройств защитного отключения.
2. Должно быть обеспечено наличие электрозащитных средств и других средств индивидуальной защиты.
3. Перед началом работы необходимо проверить и убедиться, что кабели не имеют оголенных токоведущих частей.
4. Токоведущие части должны быть защищены от возможных прикосновений, а металлические корпуса заземлены.
5. Необходимо обеспечить безопасное расположение токоведущих частей вне зоны досягаемости конечностей и других частей тела.

5.3. Экологическая безопасность

При разработке приложения источником загрязнения селитебной зоны, литосферы и гидросферы может стать неправильная утилизация бытовых отходов и оргтехники, в том числе комплектующих компьютера. Подобные материалы способны не только разлагаться в течение десятилетий из-за содержания текстолита в микросхемах, но и отравлять почву, водоемы, а также подземные воды из-за наличия вредных химических соединений в их составе.

Утилизация ЭВМ и их комплектующих посредством сжигания приводит к загрязнению атмосферы. Так многие из них сделаны в той или иной степени с содержанием пластика, то при его сгорании выделяются диоксины и ядовитые газы, которые загрязняют воздух и оказывают существенное влияние на климат.

Для того, чтобы уменьшить негативное влияние на окружающую среду необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, включая их комплектующие, при которой более 90% материалов отправится на вторичную переработку, а менее 10% будут отправлены на свалки или сожжены. Переработка отходов должна проводиться в соответствии с ГОСТ Р 53692-2009 [23].

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным чрезвычайным ситуациям на рабочем месте инженера-программиста можно отнести природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.), геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы и т.д.), техногенные аварии (транспортные аварии, пожары, аварии с выбросом химически/радиоактивно опасных веществ и т.д.), биолого-социальные (пандемия). Учитывая специфику работы и наличие вычислительной техники на рабочем месте наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является пожар.

Причинами возгорания во время работы за компьютером могут стать:

1. Халатность пользователя.
2. Неисправность компьютера.
3. Неисправность электрических сетей.
4. Воспламенение из-за перегрузки напряжения.
5. Короткое замыкание.

Принимая во внимание ГОСТ 12.1.004-91, необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [24]:

1. Запрещается подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку.
2. Работа за компьютером должна проводиться только при исправном состоянии электропроводки и оборудования.
3. Необходимо регулярно проверять техническое состояние оборудования, в частности кабелей.
4. Необходимо соблюдать порядок и чистоту на рабочем месте, чтобы в случае возникновения пожара была возможность на ранней стадии предотвратить распространение огня.

Рабочее помещение относится к категории В по пожарной и взрывопожарной опасности из-за содержания твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов. Согласно 8 статье Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ о классификации пожаров по виду горючего материала, возможный пожар относится классу Е [25].

В случае возникновения пожара нужно незамедлительно сообщить об этом в пожарную службу по телефону 01 или 112, собрать необходимые документы, сохраняя спокойствие, покинуть помещение, постараться оповестить жителей соседних квартир о случившемся, эвакуироваться из здания на улицу.

5.5. Выводы по разделу социальная ответственность

В результате работы над данным разделом были определены вредные и опасные факторы, которые опасны для инженера-программиста,

разрабатывающего мобильное приложение в жанре «три в ряд». Данные факторы соответствуют нормативным значениям.

Согласно ПЭУ, рабочее помещение разработчика относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током, а также оно оборудовано в соответствии с требованиями электробезопасности.

Работа IT специалиста относится к категории тяжести труда Ia и требует 1 группы по электробезопасности.

Рабочее помещение является пожароопасным и относится к категории В, а возможный пожар относится к классу Е. Касаемо негативного воздействия на окружающую среду, данное помещение относится к IV категории объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы было спроектировано и разработано клиент-серверное мобильное приложение на примере логической игры-головоломки в жанре «три в ряд», которое в данный момент находится на уровне готовности TRL5. В процессе выполнения были решены представленные ниже задачи.

Произведен аналитический обзор рынка мобильных игр и, в частности, жанра «три в ряд». В нём были обозначены причины роста популярности мобильного гейминга, а также описаны ключевые моменты и специфика жанра.

Произведен обзор конкурирующих технических решений. Были выделены и описаны три наиболее популярных аналога в жанре. На основе отзывов пользователей составлена таблица критериев, выделена основная проблема, составлена диаграмма Исикавы.

Спроектирована и реализована клиент-серверная архитектура приложения. Визуализация взаимодействия клиента и сервера представлена в виде диаграмм с описанием.

Спроектированы и реализованы основные механики жанра «три в ряд» для клиентской части приложения: создание и заполнение игрового поля, перемещение и комбинирование игровых элементов поля, бонусные элементы за сложные комбинации, автозаполнение игрового поля после удаления комбинаций, подсказки, перемешивание доски при отсутствии возможных ходов.

На основании диаграммы UX был спроектирован и реализован в Unity пользовательский интерфейс программы.

Реализована карта уровней с сохранением данных игрока: количество пройденных уровней, очки уровня, количество звезд за уровень.

В главе финансового менеджмента была проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки, рассчитан бюджет

научно-технического исследования, спланирован график проведения работ по научному исследованию.

В главе социальной ответственности были разобраны правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, проведен анализ вредных и опасных производственных факторов, описаны действия при возникновении возможных чрезвычайных ситуаций во время работы над исследованием, выявлено влияние процесса разработки на окружающую среду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Игра в инвестиции: как мобильный гейминг захватывает мир и почему именно сейчас нужно стать его частью – vc.ru [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/tribuna/337106-igra-v-investicii-kak-mobilnyy-geyming-zahvatyvaet-mir-i-pochemu-imenno-seychas-nuzhno-stat-ego-chastyu?ysclid=lij0sj8y32335625470> (Дата обращения 01.01.2023).
2. 2022 год для мобильного геймдева (и не только): чего ждать и к чему готовиться – Habr [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/company/pixonix/blog/598581/> (Дата обращения 03.01.2023).
3. 5 причин, почему мобильные игры популярнее компьютерных – Dzen [Электронный ресурс] URL: <https://dzen.ru/a/X1YObHKyvUaXHXlB> (Дата обращения: 01.01.2023).
4. В России подорожали консоли: сколько теперь стоит PlayStation 5 и Xbox Series – Meta CyberSport [Электронный ресурс] URL: <https://cybersport.metaratings.ru/articles/v-rossii-podorozali-konsoli-skolko-teper-stoit-playstation-5-i-xbox-series/?ysclid=lij8qssmyw649539662> (Дата обращения: 02.01.2023).
5. Динамика цен на комплектующие для ПК – Hardprice [Электронный ресурс] URL: <https://hardprice.ru/pc-hardware-price-trends-dynamic?ysclid=lij8tntjtg787367523> (Дата обращения: 05.01.2023).
6. Власти Китая запретили детям играть в видеоигры больше трёх часов в неделю – DTF [Электронный ресурс] URL: <https://dtf.ru/life/848487-vlasti-kitaya-zapretili-detyam-igrat-v-videoigry-bolshe-treh-chasov-v-nedelyu?ysclid=lij93e9e3o190092832> (Дата обращения: 04.01.2023).
7. Китай перестанет доминировать в киберспорте из-за нового закона, считают эксперты – 3D News [Электронный ресурс] URL: <https://3dnews.ru/1048884/kitay-perestanet-dominirovat-v-kibersporte-iz-novogo-zakona-schitayut-eksperti> (Дата обращения: 08.01.2023).

8. Swap Adjacent Gems to Make Sets of Three: A History of Matching Tile Games – Jesper Juul [Электронный ресурс] URL: <https://www.jesperjuul.net/text/swapadjacent/> (Дата обращения: 03.01.2023).
9. Games | Dream Games. [Электронный ресурс] URL: <https://dreamgames.com/games/> (Дата обращения: 01.02.2023).
10. Candy Crush Saga Online – Play the game at Kings.com. [Электронный ресурс] URL: <https://www.king.com/game/candycrush> (Дата обращения: 03.02.2023)
11. Gardenscapes – Playrix. [Электронный ресурс] URL: <https://playrix.com/games/gardenscapes> (Дата обращения: 05.02.2023)
12. App Store: Royal Match. [Электронный ресурс] URL: <https://apps.apple.com/ru/app/royal-match/id1482155847> (Дата обращения: 15.03.2023)
13. Candy Crush Saga on the App Store. [Электронный ресурс] URL: <https://apps.apple.com/us/app/candy-crush-saga/id553834731> (Дата обращения: 17.03.2023)
14. App Store: Gardenscapes. [Электронный ресурс] URL: <https://apps.apple.com/ru/app/gardenscapes/id1105855019> (Дата обращения: 17.03.2023)
15. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (Дата обращения: 26.04.2023).
16. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913> (Дата обращения: 26.04.2023).

17. ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/34252/> (Дата обращения: 26.04.2023).

18. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/62075> (Дата обращения: 27.04.2023).

19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (Дата обращения 27.04.2023).

20. Приказ Минтруда РФ от 29.10.2021 N 774Н «Об утверждении общих требований к организации безопасного рабочего места» [Электронный ресурс] URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=407561> (Дата обращения: 27.04.2023).

21. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс] URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=92758> (Дата обращения: 28.04.2023).

22. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс] URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/70055/> (Дата обращения: 28.04.2023).

23. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200081740> (Дата обращения: 29.04.2023).

24. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/3254/> (Дата обращения: 30.04.2023).

25. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (Дата обращения: 30.04.2023).

26. Unity против Unreal. Какой движок выбрать начинающему разработчику. [Электронный ресурс] URL: <https://ixbt.games/articles/2021/04/23/unity-protiv-unreal-kakoi-dvizok-vybrat-nacinayushhemu-razrabotciku.html> (Дата обращения: 14.01.2023).

27. Сравнение игровых движков [Электронный ресурс] URL: <https://sc2tv.ru/blogs/falcon/2019/07/23/sravnenie-igrovykh-dvizhkov> (Дата обращения: 14.01.2023).

28. Критерии выбора СУБД при создании информационных систем [Электронный ресурс] URL: <https://www.internet-technologies.ru/articles/kriterii-vybora-subd-pri-sozdanii-informacionnyh-sistem.html> (Дата обращения: 17.04.2023).

29. Сравнение современных СУБД. [Электронный ресурс] URL: <https://drach.pro/blog/hi-tech/item/145-db-comparison> (Дата обращения: 18.04.2023).

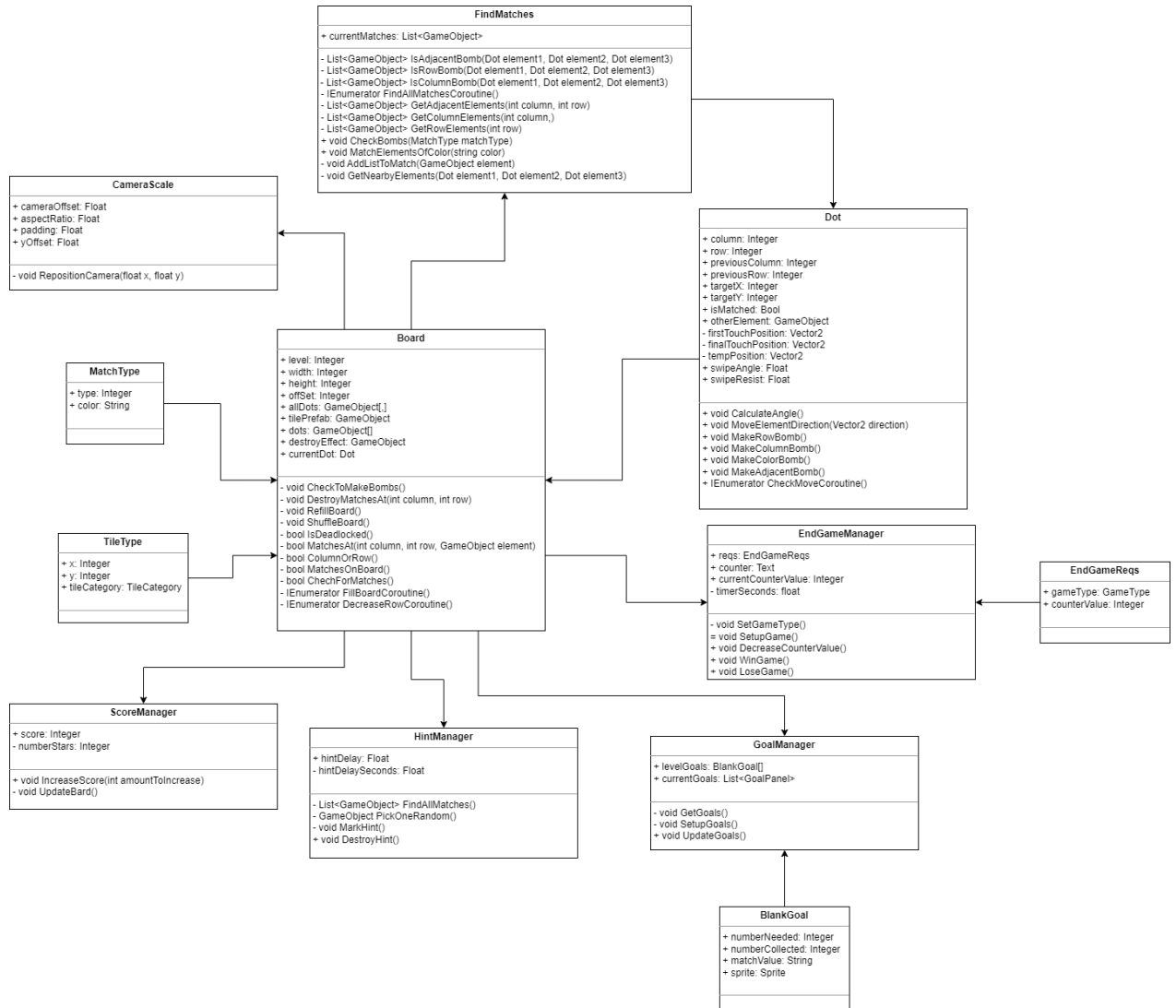
30. SQLite, MySQL и PostgreSQL: сравниваем популярные реляционные СУБД. [Электронный ресурс] URL: <https://tproger.ru/translations/sqlite-mysql-postgresql-comparison/> (Дата обращения: 19.04.2023)

31. ТОП-15 систем управления базами данных в 2023 году. [Электронный ресурс] URL: <https://neyrosety.ru/sistemy-upravleniya-bd/> (Дата обращения: 19.04.2023)

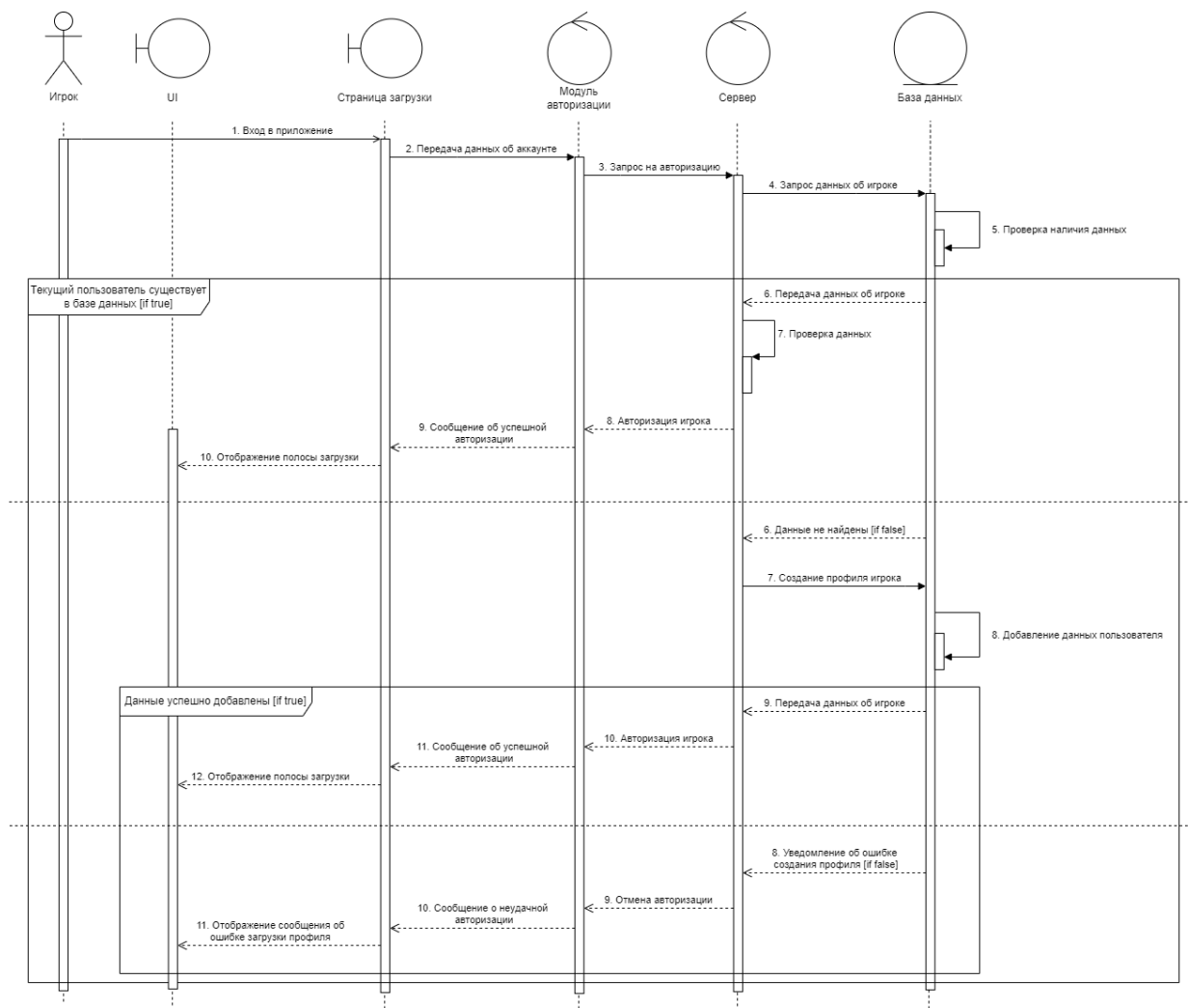
32. Архитектура ADO.NET – Professor Web [Электронный ресурс] URL: https://professorweb.ru/my/ADO_NET/base/level1/1_2.php (Дата обращения: 10.05.2023).

33. Паттерн «Репозиторий» в Laravel. [Электронный ресурс] URL: <https://laravel.demiart.ru/repository-design-pattern/?ysclid=liof6ffcz6496550855> (Дата обращения: 10.05.2023).
34. Размеры и разрешения для игры в Unity. [Электронный ресурс] URL: <https://aelit.by/game-resolution-unity/> (Дата обращения: 15.05.2023).
35. Unity – руководство: Префабы (Prefabs). [Электронный ресурс] URL: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/Prefabs.html> (Дата обращения: 15.05.2023).
36. Unity – Scripting API: Object.Instantiate. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Object.Instantiate.html> (Дата обращения: 05.05.2023).
37. Unity – Scripting API: Quaternion. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Quaternion.html> (Дата обращения: 06.05.2023).
38. Unity – Manual: Coroutines. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/Coroutines.html> (Дата обращения: 08.05.2023).
39. Unity – Scripting API: Vector2. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Vector2.html> (Дата обращения: 08.05.2023).
40. Unity: знакомство со Scriptable Objects – Habr [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/articles/421523/> (Дата обращения: 01.06.2023).

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ДИАГРАММА КЛАССОВ



ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ДИАГРАММА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ



ПРИЛОЖЕНИЕ В. ER-ДИАГРАММА

