Geekbrains

**Исследование особенностей разработки игр с использованием языка программирования Python**

Программа:

Python-разработчик. Специалист.

Керимов Вьюгар Вагиф оглы

Москва

2024

**Содержание**

Введение

Глава 1. Теоретические основы разработки игр

1.1. История развития игровой индустрии

1.2. Основы игровой разработки: жанры, механики и дизайн

1.3. Язык программирования Python: преимущества и особенности для разработки игр

1.4. Примеры успешных игр, созданных на Python

Глава 2. Обзор популярных игровых библиотек, фреймворков и движков на Python

2.1. Популярные игровые библиотеки, фреймворки и движки на Python

2.2. Обзор библиотеки Pygame

2.3. Обзор фреймворка Arcade

2.4. Обзор движка Panda3D

2.5. Обзор библиотеки Ursina

2.6. Обзор библиотеки Harfang3D

Глава 3. Реализация игрового проекта

3.1. Разработка прототипа игры с использованием библиотеки Pygame

3.2. Разработка прототипа игры с использованием библиотеки Panda3D

3.3. Разработка прототипа игры с использованием библиотеки Ursina

3.4. Разработка прототипа игры с использованием библиотеки Harfang3D

Заключение

Список используемой литературы

Приложения

- Полный исходный код проекта.

- Скриншоты игрового процесса.

**Список сокращений и условных обозначений**

**Геймдев** – GameDev (от английского games development – «разработка игр») – процесс создания игры: от разработки и дизайна до выпуска на рынок.

**Инди-игра** – компьютерная игра, созданная отдельным разработчиком или небольшим коллективом без финансовой поддержки издателя компьютерных игр.

**ООП** – объектно-ориентированное программирование.

**Хобби-проект** – разработка, которая является увлечением человека, его делом от души, а не только ради заработка.

**ЧПУ** – числовое программное управление.

**Desktop-приложение** – программа, которая запускается в окне на рабочем столе.

**IT** – Information Technology (информационные технологии).

**Python** - мультипарадигмальный высокоуровневый язык программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью, ориентированный на повышение производительности разработчика, читаемости кода и его качества, а также на обеспечение переносимости написанных на нём программ.

**Введение**

**Тема проекта** посвящена исследованию особенностей разработки игр с использованием языка программирования Python.

**Актуальность темы проекта**. В современном мире игровая индустрия является одним из самых динамично развивающихся сегментов информационных технологий. Игры используются не только для развлечения, но и в образовательных, медицинских и маркетинговых целях, а также как средство культурного выражения. При этом создание игр становится всё более доступным благодаря развитию универсальных и легких в освоении языков программирования, таких как Python.

Python, благодаря своей простоте, читаемости и широкому выбору библиотек, становится популярным выбором для разработки игр как у начинающих разработчиков, так и у профессионалов. Библиотеки, такие как Pygame, Arcade и Panda3D, позволяют эффективно реализовывать игровые проекты разного уровня сложности – от 2D-игр до сложных 3D-симуляторов.

Однако использование Python для разработки игр имеет свои особенности и ограничения, связанные с производительностью и управлением ресурсами. Это делает исследование подходов и инструментов для создания игр на этом языке актуальной задачей, особенно в контексте оптимизации процессов разработки и повышения качества создаваемых игр.

Данная работа **важна** для:

* анализа возможностей Python в сравнении с другими популярными языками и инструментами игровой разработки;
* разработки рекомендаций по выбору подходящих библиотек и архитектурных решений;
* облегчения процесса обучения и повышения уровня подготовки будущих разработчиков игр.

**Целью проекта** является исследование особенностей разработки игр с использованием языка программирования Python для выявления его преимуществ, ограничений и возможностей, а также разработка рекомендаций по созданию эффективных игровых приложений с применением доступных инструментов и библиотек.

Тема проекта **направлена на решение проблемы** выбора подходящих инструментов, методов и архитектурных решений для разработки игр на языке программирования Python. Несмотря на широкую популярность Python благодаря его простоте и доступности, он уступает другим языкам, таким как C++ или C#, в плане производительности и оптимизации для сложных игровых приложений.

Многие начинающие разработчики сталкиваются с трудностями при использовании Python для создания игр, включая:

* ограничения производительности при работе с большими объемами данных и графики;
* недостаток знаний о доступных библиотеках и игровых движках, например, таких как Pygame, Arcade или Panda3D;
* сложности с оптимизацией игровых процессов и эффективным управлением ресурсами.

Исследование направлено на решение этих вопросов, чтобы облегчить процесс разработки игр на Python, сделать его более понятным и продуктивным, а также выявить области, где Python наиболее эффективен. Это позволит разработчикам лучше ориентироваться в особенностях языка и применять его для создания качественных игровых продуктов.

Для достижения цели проекта необходимо **решить следующие задачи**:

1. Изучить литературу, касающуюся темы исследования.
2. Провести анализ современных тенденций в игровой индустрии и выявить место Python среди других языков программирования, используемых для разработки игр.
3. Исследовать возможности Python для создания игр, включая обзор его библиотек и игровых движков (Pygame, Arcade, Panda3D и др.).
4. Определить основные преимущества и ограничения использования Python в контексте разработки игр.
5. Реализовать прототип игрового приложения, демонстрирующего практическое использование Python для решения задач игровой разработки.
6. Разработать рекомендации по использованию Python в игровой разработке с учетом специфики различных жанров и уровней сложности игр.

Для проведения исследования в рамках проекта **используются следующие инструменты**:

1. Язык программирования:

* Python – основной язык разработки, благодаря своей простоте и наличию широкого спектра библиотек.

1. Библиотеки и фреймворки для разработки игр:

* Pygame – библиотека для разработки 2D-игр, обеспечивающая работу с графикой, звуком и пользовательским вводом.
* Arcade – высокоуровневая библиотека для создания 2D-игр с удобным API.
* Panda3D – игровой движок для создания 3D-игр и симуляций.
* PyOpenGL – библиотека для работы с трехмерной графикой.
* Ursina – популярная библиотека для создания 2D и 3D игр.
* Harfang3D – платформы 3D визуализации в реальном времени.

1. Средства разработки:

* Среды разработки: PyCharm, Visual Studio Code – для написания и отладки кода.
* Системы контроля версий: Git и GitHub для управления версиями проекта.

1. Инструменты проектирования и моделирования:

* Figma – для разработки пользовательского интерфейса.
* Draw.io – для создания диаграмм архитектуры и проектных схем.

1. Методы тестирования:

* Пользовательское тестирование для проверки игрового процесса.

1. Дополнительные ресурсы:

* Онлайн-документация библиотек и движков.
* Образовательные ресурсы и сообщества разработчиков (GitHub, Хабр, тематические форумы и телеграмм-каналы).

Эти инструменты позволят всесторонне изучить особенности разработки игр на Python и успешно реализовать практическую часть дипломного проекта.

**Состав команды**: Керимов Вьюгар Вагиф оглы (Python-разработчик, тестировщик).

**Глава 1. Теоретические основы разработки игр**

**1.1. История развития игровой индустрии**

Игровая индустрия – это одна из самых динамично развивающихся областей технологий и культуры, оказывающая влияние на миллионы людей по всему миру. С момента своего зарождения она прошла долгий путь от простых пиксельных игр до сложных симуляций с реалистичной графикой и глубокими сюжетами.

**Ранний период (1950-е – 1970-е)**. Первые компьютерные игры появились в середине XX века как экспериментальные проекты в университетах и исследовательских центрах. Одной из первых известных игр стала Tennis for Two (1958), разработанная Уильямом Хигинботамом для демонстрации работы осциллографа.

В 1962 году была создана Spacewar!, одна из первых компьютерных игр с многопользовательским режимом. Она стала популярной среди программистов и положила начало эре любительских игр.

**Появление аркадных игр (1970-е)**. 1970-е годы стали эпохой аркадных автоматов. В 1972 году компания Atari выпустила игру Pong, которая стала коммерческим хитом и привлекла внимание широкой аудитории. Эта игра положила начало массовому распространению видеоигр.

Аркадные игры, такие как Space Invaders (1978) и Pac-Man (1980), стали культовыми. Их простая механика и захватывающий игровой процесс сделали игры популярными среди миллионов людей по всему миру.

**Домашние консоли и компьютерные игры (1980-е)**. 1980-е годы ознаменовались развитием домашних игровых консолей. В 1983 году компания Nintendo выпустила Nintendo Entertainment System (NES), которая стала символом игровой индустрии. Игры, такие как Super Mario Bros. (1985) и The Legend of Zelda (1986), заложили основы жанров платформеров и приключенческих игр.

Одновременно с этим развивались персональные компьютеры, где популярность приобрели текстовые и графические адвенчуры, такие как Zork и King's Quest.

**Технологический прорыв и 3D-игры (1990-е)**. 1990-е годы стали временем технологических прорывов. Появление 3D-графики изменило игровой процесс, сделав его более реалистичным. Консоли пятого поколения, такие как PlayStation и Nintendo 64, представили игры с трехмерными мирами, например, Tomb Raider (1996) и Super Mario 64 (1996).

PC-игры также эволюционировали. Жанры стратегий и шутеров от первого лица, такие как Doom (1993) и StarCraft (1998), стали чрезвычайно популярными.

**Интернет и многопользовательские игры (2000-е)**. С развитием интернета началась эпоха многопользовательских игр. Онлайн-проекты, такие как World of Warcraft (2004) и Counter-Strike (1999), объединили миллионы игроков в виртуальных мирах.

Одновременно появились консоли с интернет-подключением, что позволило разрабатывать онлайн-игры для домашних устройств. Xbox Live и PlayStation Network открыли новые возможности для многопользовательских развлечений.

**Современный этап (2010-е – настоящее время)**.

Современный этап развития игровой индустрии характеризуется технологическими инновациями, изменением бизнес-моделей, появлением новых платформ и увеличением аудитории. Игры стали неотъемлемой частью повседневной жизни, выходя за рамки развлечений и проникая в сферы образования, культуры, искусства и спорта.

Современный этап развития игровой индустрии **характеризуется**:

**1. Развитием технологий**:

**1.1. Реалистичная графика и мощные движки**. Современные игровые движки, такие как Unreal Engine 5, Unity и CryEngine, позволяют создавать фотореалистичные миры с использованием технологий трассировки лучей (ray tracing), высокополигональных моделей и процедурной генерации. Эти движки предоставляют гибкие инструменты, доступные как крупным студиям, так и независимым разработчикам.

**1.2. Искусственный интеллект (ИИ)**. ИИ стал неотъемлемой частью игр. Персонажи, управляемые ИИ, демонстрируют сложное поведение, адаптируясь к действиям игрока. В стратегиях и ролевых играх ИИ способен моделировать сложные сценарии взаимодействия, создавая иллюзию "живого мира".

**1.3. Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR)**. Технологии VR и AR предлагают новый уровень погружения. Устройства, такие как Oculus Quest, PlayStation VR и HoloLens, позволяют игрокам взаимодействовать с виртуальными мирами через движения тела. Игры, такие как Half-Life: Alyx и Beat Saber, стали популярными в этих форматах.

**1.4. Облачные технологии и стриминг игр**. Облачные платформы, такие как Google Stadia, Xbox Cloud Gaming и NVIDIA GeForce Now, позволяют запускать игры на любых устройствах с интернет-доступом. Это снижает необходимость в дорогостоящем "железе", делая игры доступными широкой аудитории.

**2. Изменением бизнес-моделей**:

**2.1. Free-to-play и микротранзакции**. Модель free-to-play стала доминирующей в мобильных играх и многих онлайн-проектах. Игры, такие как Fortnite, League of Legends и Genshin Impact, зарабатывают на микротранзакциях, предлагая косметические улучшения, внутриигровую валюту и дополнительные возможности.

**2.2. Подписочные сервисы**. Сервисы, такие как Xbox Game Pass, PlayStation Plus и EA Play, предоставляют доступ к библиотекам игр по подписке. Это изменило способ потребления игр, делая их аналогами потоковых сервисов, таких как Netflix.

**2.3. Краудфандинг и инди-разработка**. Платформы, такие как Kickstarter и Indiegogo, позволили независимым разработчикам финансировать свои проекты за счет игроков. Успешные примеры, такие как Hollow Knight и Stardew Valley, демонстрируют, что инди-игры могут конкурировать с крупными проектами.

**3. Ростом аудитории и киберспортом**:

**3.1. Расширение аудитории**. Игры перестали быть нишевым развлечением. Мобильные устройства сделали игры доступными для миллионов людей, а простота и разнообразие контента привлекли аудиторию всех возрастов и социального статуса.

**3.2. Киберспорт**. Киберспорт стал полноценной индустрией с крупными турнирами и многомиллионными призовыми фондами. Игры, такие как Dota 2, Counter-Strike: Global Offensive и League of Legends, привлекают миллионы зрителей, а киберспортсмены становятся знаменитостями.

**4. Социальными и культурными аспектами**:

**4.1. Социальные игры и метавселенные**. Игры стали платформами для общения. Виртуальные миры, такие как Roblox, Minecraft и Fortnite, предоставляют возможности для социальных взаимодействий, обучения и проведения виртуальных мероприятий, включая концерты и выставки.

**4.2. Интерактивное повествование**. Современные игры уделяют большое внимание сюжетам и эмоциональному воздействию. Проекты, такие как The Last of Us Part II, Red Dead Redemption 2 и Cyberpunk 2077, предлагают сложные повествования и поднимают вопросы этики, морали и общества.

**4.3. Инклюзивность и разнообразие**. Индустрия стала более инклюзивной. Разработчики стремятся создавать персонажей и сюжеты, отражающие разнообразие культур, полов и мировоззрений.

**Тренды будущего**. Современный этап – это не конец развития. В ближайшие годы ожидается:

* углубление интеграции VR/AR и метавселенных;
* рост роли искусственного интеллекта в разработке игр;
* развитие нейросетей для создания процедурного контента;
* более широкое использование блокчейн-технологий и NFT в играх.

Игровая индустрия продолжает двигаться вперед, вдохновляя на инновации и объединяя миллионы людей по всему миру. Это больше, чем просто игры – это новая форма искусства, способная изменять мир.

С каждым годом технологии предоставляют новые возможности для разработчиков и игроков, делая игры более доступными, интерактивными и разнообразными. История развития видеоигр – это история технологического прогресса, креативности и взаимодействия культуры с технологиями.

**1.2. Основы игровой разработки: жанры, механики и дизайн**

Игровая разработка – это сложный и многогранный процесс, включающий в себя различные аспекты, такие как выбор жанра, создание механик, проектирование интерфейса и визуального оформления. Важно понимать, что успешная игра – это не просто набор красивых картинок и звуков. Это, прежде всего, продуманный и увлекательный игровой процесс, который включает в себя грамотно организованные игровые механики, подходящий жанр и качественный дизайн.

В данном исследовании мы рассмотрим основы игровой разработки: жанры игр, игровые механики и принципы дизайна, которые лежат в основе успешных видеоигр.

**1. Жанры игр.** Жанр игры - это основная категория, к которой относится игра, определяющая её общие характеристики, игровой процесс и целевую аудиторию. Жанры игр помогают разработчикам ориентироваться в том, как должен быть построен игровой опыт, и позволяют игрокам понять, чего ожидать от игры.

**Основные жанры игр:**

* **Экшен.** Включает игры, где акцент сделан на быстроту реакции и физическое взаимодействие с миром игры. Примером таких игр являются шутеры (например, **DOOM**, **Counter-Strike**), платформеры (**Super Mario Bros.**, **Celeste**), а также боевые игры (**Mortal Kombat**, **Street Fighter**).
* **Приключенческие игры**. В этих играх важным аспектом является исследование мира и решение головоломок. Примеры: **The Legend of Zelda**, **Monkey Island**.
* **Ролевые игры (RPG).** Игры, в которых игрок берет на себя роль персонажа, улучшая его навыки и взаимодействуя с окружающим миром. Пример: **The Witcher 3**, **Final Fantasy**.
* **Стратегии.** В этих играх важна тактика и планирование. Они могут быть как пошаговыми (например, **Civilization**), так и в реальном времени (например, **StarCraft**).
* **Симуляторы.** Игры, в которых игрок управляет процессами или объектами, имитируя реальные или вымышленные ситуации. Примеры: **The Sims**, **SimCity**.
* **Головоломки и логические игры.** Игры, где игрок решает задачи, логические проблемы или манипулирует объектами для достижения цели. Примеры: **Tetris**, **Portal**.
* **Мобильные игры.** В последние годы игры для мобильных платформ стали чрезвычайно популярными. Многие из них принадлежат жанрам казуальных и аркадных игр. Примеры: **Angry Birds**, **Candy Crush Saga**.

Каждый жанр имеет свои особенности, и выбор жанра зависит от того, какой опыт хочет предоставить разработчик и для какой аудитории предназначена игра.

**2. Игровые механики.** Игровая механика – это набор правил и взаимодействий, которые определяют, как игроки могут взаимодействовать с игрой. Это основа игрового процесса, и правильно подобранные механики могут превратить обычную игру в нечто увлекательное и затягивающее.

**Типы игровых механик:**

* **Сбор предметов (Collecting).** Игроки собирают предметы, которые могут быть использованы для улучшений или для выполнения целей игры. Например, в **Super Mario Bros.** игрок собирает монеты, а в **Minecraft** – различные ресурсы для строительства и выживания.
* **Боевые механики (Combat)**. В играх с боевыми механиками игроки могут использовать оружие, магию или другие способы для борьбы с врагами. Примеры: **Dark Souls**, **Mortal Kombat**.
* **Решение головоломок (Puzzle-solving).** Эти механики требуют от игрока логического мышления и решения задач для продвижения по игре. Пример: **The Witness**, **Portal**.
* **Исследование мира (Exploration)**. Игроки могут свободно исследовать мир игры, находить скрытые объекты, открывать новые локации и взаимодействовать с окружающей средой. Пример: **The Elder Scrolls V: Skyrim**, **No Man's Sky**.
* **Прогрессия персонажа (Character progression).** В ролевых играх или многопользовательских играх персонажи развиваются, улучшая свои навыки, способности или экипировку. Пример: **World of Warcraft**, **Diablo**.
* **Построение и создание (Building/Creation).** Игроки могут создавать или модифицировать объекты в игровом мире. Примеры: **Minecraft**, **Factorio**.

Каждая игра имеет уникальные механики, которые могут быть комбинированы для создания интересных и многослойных игровых процессов. Важно помнить, что механики должны быть не только интересными, но и интуитивно понятными для игроков.

**3. Дизайн игр.** Дизайн игры включает в себя как визуальные, так и функциональные аспекты игры. Хороший дизайн помогает не только создать визуальную привлекательность, но и улучшить игровой процесс, сделать его более понятным и захватывающим.

**Основные элементы дизайна:**

* **Графика и визуальный стиль.** Этот элемент включает в себя выбор художественного направления (реалистичный, стилизованный, пиксельный и т.д.), дизайн персонажей, окружения, анимации и спецэффектов. Визуальная составляющая игры помогает создать атмосферу и передать эмоции.
* **Интерфейс (UI).** Интерфейс должен быть простым и удобным для игрока. Важно, чтобы все элементы управления и информации были интуитивно понятными, чтобы игрок не тратил время на поиски нужных кнопок или команд.
* **Звук и музыка.** Музыкальное сопровождение и звуковые эффекты играют важную роль в создании атмосферы игры. Хорошая музыка может подчеркнуть напряженность ситуации, а звуковые эффекты усиливают восприятие действий персонажа и мира.
* **Балансировка игры.** Этот элемент представляет собой процесс настройки сложности игры, чтобы она была увлекательной для игроков разного уровня. Слишком сложная игра может отпугнуть новичков, а слишком легкая – стать скучной для опытных игроков.
* **Наратив и сюжет.** Хорошая игра должна иметь увлекательный сюжет, который вовлекает игрока и мотивирует его продолжать игру. Важными аспектами являются персонажи, мир, взаимодействие и развитие истории.

Основы игровой разработки включают в себя жанры, механики и дизайн – три ключевых компонента, которые вместе создают уникальный игровой опыт. Правильный выбор жанра помогает определить аудиторию игры, интересные механики делают процесс увлекательным, а качественный дизайн усиливает погружение и удержание игроков. Современные игры стали настоящими произведениями искусства, объединяющими творчество, технологические достижения и внимание к деталям. Игровая разработка – это не только создание игр, но и создание новых миров, которые заставляют людей мечтать и исследовать.

**1.3. Язык программирования Python: преимущества и особенности для разработки игр**

Python – это один из самых популярных языков программирования в мире, известный своей простотой, гибкостью и мощностью. В последние годы Python зарекомендовал себя как отличный инструмент для разработки различных приложений, в том числе игр. Несмотря на то, что Python не всегда является выбором для создания высококачественных AAA-игр, его особенности и преимущества делают его идеальным выбором для разработки более простых проектов, прототипов и инди-игр. В этой статье мы рассмотрим, почему Python так популярен среди разработчиков игр и какие его особенности делают его хорошим инструментом для геймдева.

**1. Преимущества Python для разработки игр:**

**1.1. Простота и читаемость кода.** Одним из самых очевидных преимуществ Python является его синтаксис. Он интуитивно понятен и легко воспринимается, что делает Python идеальным выбором для начинающих разработчиков. Код на Python не перегружен множеством сложных конструкций, что позволяет сосредоточиться на самой логике игры, а не на синтаксических нюансах. Это особенно важно на ранних этапах разработки, когда необходимо быстро и эффективно реализовать идеи.

**1.2. Быстрая разработка и прототипирование.** Python позволяет значительно ускорить процесс разработки. Из-за своей простоты и огромного количества готовых библиотек и фреймворков можно быстро прототипировать идеи и создавать функциональные игры, не тратя много времени на написание кода с нуля. Это делает Python идеальным выбором для стартапов и инди-разработчиков, которые хотят быстро проверить свои идеи и концепции.

**1.3. Огромная экосистема библиотек и фреймворков.** Для разработки игр на Python существует множество мощных библиотек и фреймворков, таких как:

* **Pygame**. Один из самых популярных фреймворков для создания 2D-игр. Он предоставляет базовые инструменты для работы с графикой, звуком и пользовательским вводом. Pygame отлично подходит для разработки простых аркадных игр, платформеров и других 2D-игр.
* **Arcade.** Современная библиотека для 2D-игр с удобным API и возможностями для создания увлекательных игровых миров.
* **Panda3D.** Это мощный движок для создания 3D-игр, который позволяет разрабатывать игры с использованием Python и C++.
* **PyKyra, Kivy, PyOpenGL** и другие — каждый из этих фреймворков и библиотек добавляет уникальные возможности для создания различных типов игр.

Наличие таких инструментов значительно упрощает разработку, снижая требования к знаниям в области графики и математического моделирования.

**1.4. Кроссплатформенность.** Python поддерживает работу на различных операционных системах: Windows, macOS, Linux и других. Это означает, что игры, разработанные с использованием Python, могут быть запущены на различных устройствах без необходимости переписывать код для каждой платформы. Это особенно важно для инди-разработчиков, которым нужно максимально расширить аудиторию своей игры.

**2. Особенности Python, полезные для разработки игр:**

**2.1. ООП.** Python поддерживает объектно-ориентированное программирование (ООП), что является важной концепцией при создании игр. ООП позволяет организовать код игры в виде классов и объектов, что делает его более структурированным и легким для поддержки. Например, можно создать классы для различных объектов игры (персонажи, враги, объекты, уровни), что упрощает модификацию и расширение проекта.

**2.2. Поддержка различных типов данных и библиотек для работы с числовыми данными.** Python предоставляет обширные возможности для работы с различными типами данных, включая списки, кортежи, множества и словари. Это делает обработку игрового состояния, взаимодействие объектов и управление ресурсами игры эффективным и удобным. Для работы с числовыми данными и математическими расчетами также существует множество специализированных библиотек, таких как **NumPy** и **SciPy**, которые можно использовать в более сложных играх для расчетов.

**2.3. Легкость интеграции с другими языками и технологиями.** Python обладает возможностью интеграции с другими языками программирования, такими как C и C++. Это открывает возможности для оптимизации критичных для производительности частей игры, например, графики или физики, без необходимости переписывать всю игру. Также Python можно использовать для создания серверных частей многопользовательских игр, взаимодействующих с клиентами через интернет.

**3. Ограничения Python для разработки игр.** Хотя Python имеет множество преимуществ, он также имеет определенные ограничения, которые нужно учитывать при выборе его для разработки игр.

**3.1. Производительность.** Одним из главных недостатков Python является его сравнительно низкая производительность по сравнению с языками, такими как C++ или C#. Python – интерпретируемый язык, что означает, что его выполнение может быть медленнее, чем у компилируемых языков. Это ограничивает использование Python в создании графически сложных и ресурсоемких игр, таких как AAA-игры или игры с высококачественной 3D-графикой и сложными физическими симуляциями.

**3.2. Ограниченная поддержка 3D-графики.** Хотя для Python существуют фреймворки, такие как Panda3D, для создания сложных 3D-игр с передовыми графическими технологиями и фотореалистичными моделями необходимо будет использовать другие языки и движки, такие как Unity (C#) или Unreal Engine (C++).

**4. Применение Python в реальных проектах.** Несмотря на свои ограничения, Python находит применение в различных проектах. Это касается как простых игр, так и более сложных систем, таких как:

* **Прототипирование.** Многие разработчики используют Python для создания прототипов игр, чтобы быстро проверить идеи и механики перед тем, как перейти к более сложным технологиям;
* **Инди-игры.** Поскольку Python позволяет разработать игру с меньшими затратами времени и ресурсов, он популярен среди независимых разработчиков и стартапов. Примеры успешных инди-игр, созданных на Python: **"World of Goo"**, **"Frets on Fire"**.
* **Серверная логика многопользовательских игр.** Python активно используется для написания серверной логики и создания многопользовательских игр.

Python – это мощный и гибкий инструмент для разработки игр, который предоставляет множество преимуществ, таких как простота в освоении, скорость разработки и доступ к большому количеству библиотек. Несмотря на ограничения по производительности и сложности в разработке высококачественной 3D-графики, Python идеально подходит для создания 2D-игр, прототипов и инди-игр. С использованием Python разработчики могут быстро создавать увлекательные и инновационные игровые проекты, и это делает его важным инструментом в современном игровом индустриальном ландшафте.

**1.4. Примеры успешных игр, созданных на Python.**

Несмотря на то, что Python не является основным языком для разработки крупных AAA-игр, он используется для создания множества успешных и интересных проектов, особенно среди инди-разработчиков. Вот несколько примеров успешных игр, созданных с использованием Python:

**1. "World of Goo":**

* **Жанр.** Головоломка, физика.
* **Описание.** Это одна из самых известных инди-игр, которая получила признание за инновационный игровой процесс и оригинальный дизайн. Она использует Python и C++ в своей разработке, причем Python был использован для создания некоторых частей логики и интерфейса игры. Игроки строят конструкции из клейких шариков, чтобы пройти уровни, решая физические головоломки.
* **Успех**. Игра была признана одной из лучших инди-игр 2008 года и получила несколько наград. Ее успех продемонстрировал, как можно создавать качественные и оригинальные игры с использованием Python в сочетании с другими технологиями.

**2. "Frets on Fire":**

* **Жанр.** Музыкальная игра, ритм.
* **Описание.** Это музыкальная игра в жанре ритм-игры, в которой игроки используют клавиши клавиатуры или гитарный контроллер для игры под музыку. Игра была разработана с использованием Python и Pygame и быстро приобрела популярность среди любителей музыкальных игр благодаря своему уникальному игровому процессу и поддержке пользовательских песен.
* **Успех.** Игра получила признание в сообществах игроков и стала культовой среди поклонников музыкальных игр, также вдохновив многих начинающих разработчиков создавать игры с помощью Python.

**3. "Eve Online" (серверная логика):**

* **Жанр.** MMORPG.
* **Описание.** Хотя сама игра использует C++ для разработки клиента, серверная часть **Eve Online** использует Python для обработки логики серверной части. Это огромная многопользовательская космическая игра, которая в значительной степени опирается на Python для обеспечения масштабируемости и гибкости серверных операций.
* **Успех. Eve Online** стала одной из самых успешных MMORPG с миллионами игроков, и использование Python на серверной стороне помогло эффективно управлять огромными данными и сложными игровыми процессами.

**4. "Civilization IV" (моддинг и сценарии на Python):**

* **Жанр.** Стратегия, пошаговая.
* **Описание.** **Civilization IV**, классическая пошаговая стратегия, использовала Python для создания сценариев и модификации контента. Разработчики использовали Python, чтобы дать игрокам возможность писать свои собственные моды, сценарии и взаимодействия в игре.
* **Успех.** Игра была коммерчески успешной и получила множество наград, а также позволила сообществу создавать контент, который увеличил продолжительность жизни игры и ее популярность.

**5. "PySolFC":**

* **Жанр.** Карточная игра.
* **Описание.** Это набор различных карточных игр, созданный на Python с использованием библиотеки Pygame. PySolFC включает в себя более 100 различных карточных игр, включая классические пасьянсы, такие как **Klondike** и **Spider Solitaire**.
* **Успех**. Несмотря на свою простоту, PySolFC приобрел популярность среди поклонников карточных игр, благодаря своему широкому выбору и открытости исходного кода.

**6. "RPG in a Box":**

* **Жанр**: Ролевая игра.
* **Описание. RPG in a Box –** это инструмент для создания ролевых игр в стиле ретро, который позволяет пользователям создавать свои собственные 2D-игры. Этот проект также использует Python в своей разработке и предоставляет игрокам возможность создавать игры с нуля, используя визуальные инструменты и сценарии на Python для контроля механик и событий.
* **Успех.** Он привлек внимание инди-разработчиков, предоставив им возможность быстро создавать свои игры, и стал популярен среди тех, кто хочет попробовать себя в разработке RPG.

**7. "World of Tanks" (частично использует Python):**

* **Жанр.** Онлайн-экшен, многопользовательская игра, танковые сражения.
* **Описание. World of Tanks** – это популярная многопользовательская онлайн-игра, разработанная компанией Wargaming.net, где игроки управляют танками и сражаются в командных боях. Хотя основная часть игры была разработана с использованием C++ и других технологий для достижения высокой производительности, серверная часть игры, которая управляет логикой, обработкой запросов и другими аспектами игры, использует Python.
* В частности, Python был использован для реализации различных внутренних инструментов, автоматизации процессов разработки и администрирования серверов, а также для создания системы сценариев и обработки некоторых операций, связанных с мультиплеером. Это позволило упростить разработку и улучшить управление большими объемами данных, что крайне важно для таких масштабных онлайн-проектов.
* **Успех.** **World of Tanks** – одна из самых успешных и популярных многопользовательских игр в мире. Она приобрела миллионы поклонников и получила несколько наград за инновации в области онлайн-игр. Использование Python для серверной части и поддерживающих процессов помогло разработчикам эффективно управлять масштабом игры, что сыграло важную роль в ее успехе. Python в данном случае использовался для улучшения гибкости серверной логики, а также для написания инструментов и обработки данных, что обеспечило высокую стабильность и скорость игры при больших нагрузках.
* Этот пример демонстрирует, как Python может быть использован в крупных и успешных проектах, таких как **World of Tanks**, особенно для оптимизации серверных процессов и улучшения гибкости системы. Python идеально подходит для создания вспомогательных инструментов и улучшения внутренних процессов разработки, что позволяет команде сосредоточиться на более производительных частях игры.

Эти примеры показывают, что Python, несмотря на свою низкую производительность по сравнению с другими языками, способен служить отличным инструментом для разработки интересных и успешных игр, особенно в инди-сегменте. Его гибкость, простота и наличие мощных библиотек позволяют создавать увлекательные проекты, которые могут конкурировать с более сложными играми.

**Глава 2. Обзор популярных игровых библиотек, фреймворков и движков на Python**

**2.1. Популярные игровые библиотеки, фреймворки и движки на Python**

Python – это один из самых популярных языков программирования, известный своей простотой, универсальностью и мощными инструментами для разработки. Его использование для создания игр особенно популярно среди инди-разработчиков, студентов и тех, кто хочет быстро создавать прототипы и простые игры. В этом исследовании мы рассмотрим самые популярные игровые библиотеки, фреймворки и движки на Python, которые позволяют создавать как 2D, так и 3D-игры.

Но сначала давайте разберемся что из себя в целом представляют библиотеки, фреймворки и движки на Python.

**Игровая библиотека на Python.** Игровая библиотека – это набор готовых функций и классов, которые облегчают разработку игр, предоставляя инструменты для работы с графикой, звуком, физикой, вводом с клавиатуры, мыши или других устройств. Библиотека, как правило, не является полноценным движком, а только набором вспомогательных компонентов для создания игры.

Пример: Pygame – библиотека для создания 2D-игр, предоставляющая средства для работы с изображениями, звуками и взаимодействия с пользователем.

**Игровой фреймворк на Python.** Игровой фреймворк – это более сложная структура, которая предоставляет не только базовые функции для игры, но и определяет архитектуру и логику разработки. Фреймворк помогает организовать проект и ускоряет создание игры, предоставляя шаблоны, компоненты для работы с графикой, звуком и механиками, а также подходы для обработки событий и взаимодействия с пользователем. Фреймворк обычно включает более высокоуровневые абстракции, чем библиотека, и часто может быть настроен для работы в различных жанрах игр.

Пример: Arcade – фреймворк для разработки 2D-игр, который предоставляет более высокоуровневые возможности для организации игры и анимации, чем стандартные библиотеки.

**Игровой движок на Python.** Игровой движок – это полнофункциональная система, которая включает в себя все инструменты, необходимые для разработки, реализации и управления игрой. Движок включает графические, физические, звуковые движки, поддержку мультиплеера, системы анимации, а также другие компоненты для разработки как 2D, так и 3D-игр. Он предоставляет разработчику структуру для игры, управляющую основными процессами, такими как рендеринг, обработка ввода и взаимодействие с миром игры.

Пример: Panda3D – мощный 3D-игровой движок, который использует Python для разработки игр, предоставляя инструменты для создания сложных 3D-графиков, анимаций и физики.

Вкратце рассмотрим самые популярные игровые библиотеки, фреймворки и движки на Python.

**1. Pygame.** Pygame - это, пожалуй, самая известная игровая библиотека для Python, предоставляющая базовые инструменты для разработки 2D-игр. Она была создана для того, чтобы сделать создание игр проще и доступнее. Pygame идеально подходит для новичков, так как имеет простой синтаксис и предоставляет все необходимые компоненты для работы с графикой, звуком, анимациями и пользовательским вводом.

**Преимущества**:

* Простота в освоении и использовании.
* Хорошо документирован и поддерживает огромную базу примеров.
* Идеален для создания аркадных и казуальных игр.
* Работает на всех основных операционных системах (Windows, macOS, Linux).

**Примеры игр**: классические аркады, платформеры, обучающие игры, простые головоломки.

**2. Arcade.** Arcade – это современная и более мощная игровая библиотека для Python, по сути являющаяся уже фреймворком, созданная как альтернатива Pygame. Она предназначена для разработки 2D-игр и отличается удобным и современным API. Arcade особенно популярен среди новичков и образовательных учреждений, так как предоставляет отличные возможности для создания обучающих и развлекательных игр.

**Преимущества**:

* Чистый и современный API, что упрощает создание игр.
* Легкость в использовании для начинающих.
* Поддержка работы с графикой, физикой, анимациями и звуком.
* Поддерживает Python 3 и работает на разных платформах.

**Примеры игр**: платформеры, простые экшн-игры, игры с элементами физики.

**3. Pyglet.** Pyglet – это еще одна игровая библиотека для Python, которая позволяет создавать 2D и 3D игры. Pyglet обладает высокой производительностью и гибкостью, что делает ее подходящей для более сложных проектов. Она поддерживает работу с OpenGL, что позволяет создавать более сложные графические сцены и эффекты.

**Преимущества**:

* Поддержка 3D-графики и использование OpenGL для визуализации.
* Легкость интеграции с другими библиотеками.
* Высокая производительность, особенно для графики.
* Хорошо подходит для создания кроссплатформенных игр.

**Примеры игр**: 2D и 3D игры с динамичными визуальными эффектами.

**4. Panda3D.** Panda3D – это мощный движок для разработки 3D-игр, который использует Python (и C++) в качестве основного языка программирования. Panda3D поддерживает создание игр с высококачественной графикой и сложной физикой. Он идеально подходит для тех, кто хочет создавать более серьезные и ресурсоемкие проекты.

**Преимущества**:

* Полноценный 3D-игровой движок с поддержкой реального времени.
* Возможности для работы с физикой, освещением, анимацией.
* Отличная документация и активное сообщество.
* Интеграция с Python и C++.

**Примеры игр**: 3D-игры с фотореалистичной графикой, игры с открытым миром и сложной физикой.

**5. Godot Engine (с поддержкой Python).** Godot Engine – это бесплатный и с открытым исходным кодом игровой движок, который поддерживает создание 2D и 3D-игр. Хотя Godot использует свой собственный скриптовый язык (GDScript), поддержка Python в нем была добавлена через сторонние плагины, что позволяет разработчикам использовать Python для написания игрового кода.

**Преимущества**:

* Мощный движок с отличными возможностями для создания как 2D, так и 3D игр.
* Бесплатный и с открытым исходным кодом.
* Поддержка Python через сторонние плагины.
* Легкость в освоении и настройке.

**Примеры игр**: 2D и 3D игры, платформеры, приключенческие игры.

**6. Kivy.** Kivy - это фреймворк для разработки приложений, в том числе игр, с использованием Python. Он ориентирован на создание мобильных приложений и игр с поддержкой сенсорных экранов и различных жестов. Kivy позволяет быстро создавать интерфейсы и мультимедийные приложения, включая игры, которые могут работать на мобильных устройствах и настольных платформах.

**Преимущества**:

* Кроссплатформенность — поддержка Android, iOS, Windows, macOS и Linux.
* Легкость создания мультимедийных приложений и игр с богатым пользовательским интерфейсом.
* Поддержка сенсорных экранов и жестов.

**Примеры игр**: мобильные игры, игры с сенсорным управлением.

**7. Cocos2d (Python bindings).** Cocos2d – это известный фреймворк для создания 2D-игр, который поддерживает работу с физикой, анимациями и графикой. Cocos2d имеет несколько версий для разных языков программирования, в том числе Python. Несмотря на то, что Cocos2d первоначально был ориентирован на мобильные платформы, он также поддерживает работу на настольных системах.

**Преимущества**:

* Мощный инструмент для создания 2D-игр.
* Поддержка анимации, физики и многопользовательских игр.
* Кроссплатформенность.

**Примеры игр**: 2D-игры, платформеры, аркады.

**8. Unity (с поддержкой Python через сторонние плагины).** Unity - это один из самых популярных игровых движков в мире, который поддерживает создание 2D и 3D-игр. Хотя Unity использует C# в качестве основного языка программирования, существует несколько сторонних плагинов, которые позволяют использовать Python для разработки.

**Преимущества**:

* Мощный движок с поддержкой 2D и 3D игр.
* Огромное сообщество и множество учебных материалов.
* Возможность использования Python через сторонние библиотеки.

**Примеры игр**: AAA-игры, мобильные и инди-игры.

В Python существует большое количество библиотек и фреймворков для создания игр, от простых 2D-аркад до более сложных 3D-проектов. В зависимости от ваших нужд и уровня подготовки, вы можете выбрать оптимальный инструмент для создания игры. Для новичков идеально подойдут Pygame и Arcade, тогда как для более опытных разработчиков, работающих с 3D-графикой, можно рекомендовать Panda3D и Godot. Python предоставляет огромные возможности для разработки игр, что делает его отличным выбором для создания как простых, так и сложных игровых проектов.

Рассмотрим более подробно такие игровые библиотеки, фреймворки и движки на Python как Pygame, Arcade, Panda3D, Ursina и Harfang3D.

**2.2. Обзор библиотеки Pygame**

**Pygame** – это одна из самых популярных и доступных библиотек для разработки игр на Python, которая предоставляет инструменты для работы с графикой, звуком, событиями ввода и другими важными аспектами игры. Библиотека идеально подходит для создания простых 2D-игр и является отличным выбором для начинающих разработчиков, студентов и тех, кто хочет быстро реализовать свои идеи без необходимости углубленного изучения сложных игровых движков. В этой статье мы подробно рассмотрим, что такое Pygame, как она работает и какие возможности предоставляет для разработки игр.

Что такое Pygame? Pygame – это открытая игровая библиотека для Python, созданная для упрощения процесса разработки игр. Она предоставляет удобный интерфейс для работы с различными элементами игры, такими как изображения, текстуры, анимации, звуки, музыка и даже видео. Библиотека делает создание игр доступным и понятным процессом, используя при этом основные принципы объектно-ориентированного программирования.

Pygame поддерживает множество платформ, включая Windows, macOS и Linux, и позволяет разработчику быстро создавать кроссплатформенные приложения. Все функции библиотеки работают на Python 3 и являются отличным дополнением для обучения программированию и игровому дизайну.

**Основные возможности Pygame:**

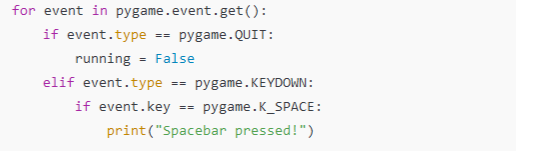
**1. Графика и изображения.** Pygame предоставляет простые средства для загрузки и отображения изображений. Библиотека поддерживает различные форматы изображений (например, PNG, JPG, GIF), а также позволяет работать с прозрачностью, масштабированием и изменением изображения. Основной объект для работы с графикой в Pygame - это **Surface** (поверхность), на которой отображаются изображения или другие графические элементы.

Пример:

****

**2. Обработка ввода.** Pygame имеет встроенные механизмы для обработки ввода с клавиатуры, мыши и джойстиков. Вы можете легко отслеживать нажатия клавиш, перемещения мыши и другие события, что позволяет создавать игры с интерактивными элементами управления.

Пример (обработка нажатия клавиши):

****

**3. Звук и музыка.** Pygame поддерживает работу с аудиофайлами, что позволяет добавлять звуковые эффекты и фоновую музыку в игру. Библиотека позволяет загружать и воспроизводить различные форматы аудио, такие как WAV и MP3, а также управлять громкостью и цикличностью воспроизведения.

Пример:

****

**4. Анимация.** Pygame позволяет легко создавать анимации с помощью поверхностей и спрайтов. Спрайты — это объекты, которые могут перемещаться по экрану, изменять свой вид и взаимодействовать с другими объектами. С помощью Pygame можно быстро реализовать анимации персонажей, движущихся объектов и другие динамичные элементы.

Пример (анимированное движение спрайта):

****

**5. Физика.** Pygame включает базовые инструменты для работы с физикой в играх. Вы можете вручную реализовать механики столкновений, перемещения и гравитации, используя математику и алгоритмы, встроенные в библиотеку.

**Как установить Pygame?** Установить Pygame можно через менеджер пакетов Python **pip**. Для этого достаточно выполнить команду: pip install pygame

После этого можно импортировать библиотеку в вашем проекте и начинать разработку игры.

**Примеры игр, созданных с помощью Pygame.** Pygame идеально подходит для создания различных типов игр, особенно для начинающих разработчиков. С помощью Pygame можно реализовать аркадные игры, головоломки, платформеры и многие другие жанры:

* **"Flappy Bird"** – простая аркадная игра, в которой игрок управляет птицей, пытаясь не столкнуться с препятствиями. Такая игра легко реализуется с использованием Pygame.
* **"Pong"** – классическая аркадная игра, основанная на принципах теннисного спорта. В этой игре игроки управляют ракетками и пытаются отбить мяч друг в друга.
* **"Breakout"** – игра, в которой игрок управляет платформой и разрушает кирпичи мячом. Это хороший пример для освоения основ физики и коллизий.

**Преимущества Pygame:**

1. **Простота в освоении.** Pygame имеет интуитивно понятный интерфейс, что делает его отличным выбором для начинающих программистов. Множество примеров и документация на русском и английском языках облегчают процесс изучения.
2. **Большое сообщество.** Pygame существует уже много лет, и у нее есть активное сообщество разработчиков, которое делится кодом, решениями проблем и идеями для новых проектов.
3. **Кроссплатформенность.** Pygame поддерживает все основные операционные системы, включая Windows, macOS и Linux, что позволяет разрабатывать игры, которые могут быть запущены на различных устройствах.
4. **Многофункциональность**. Несмотря на свою простоту, Pygame поддерживает такие продвинутые функции, как анимация, коллизии, работа с 3D-графикой (с помощью сторонних библиотек), что дает разработчикам гибкость при создании различных типов игр.

Pygame – это отличная библиотека для тех, кто хочет погрузиться в мир игровой разработки с использованием Python. Ее простота, большое сообщество и множество доступных ресурсов делают Pygame отличным инструментом для обучения и реализации собственных проектов. Независимо от того, создаете ли вы свою первую игру или экспериментируете с новыми механиками, Pygame предоставляет все необходимые инструменты для реализации задуманного.

**2.3. Обзор фреймворка Arcade**

**Arcade** – это современный и мощный фреймворк для создания 2D-игр с использованием языка программирования Python. Фреймворк был разработан с целью сделать процесс разработки игр интуитивно понятным и доступным, предоставляя высокоуровневый интерфейс для работы с графикой, звуком, событиями и анимацией. Arcade считается отличной альтернативой Pygame благодаря своей простоте, современной архитектуре и широким возможностям.

**Что такое Arcade?** Arcade - это библиотека Python для разработки игр, созданная для упрощения и ускорения работы с 2D-графикой. Фреймворк ориентирован на разработчиков, которые хотят быстро создавать игры с чистым кодом и минимальными техническими сложностями. Arcade использует современные технологии, такие как OpenGL, что обеспечивает высокую производительность и качество отображения графики.

Фреймворк поддерживает Python 3.6 и выше, а также работает на Windows, macOS и Linux, что делает его кроссплатформенным инструментом для разработки.

**Основные возможности Arcade:**

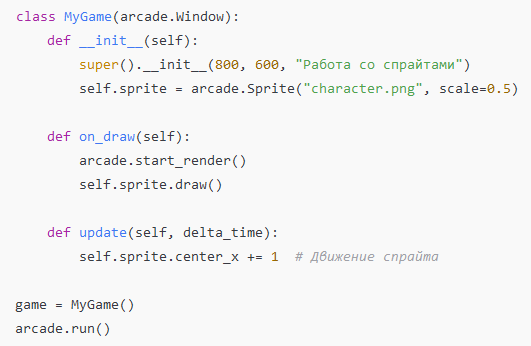
**1. Работа с графикой** Arcade предоставляет инструменты для рисования спрайтов, геометрических фигур, текстур и сложных графических элементов. Для управления графикой используются спрайты, которые можно легко создавать, перемещать и анимировать.

**Пример работы с графикой**:



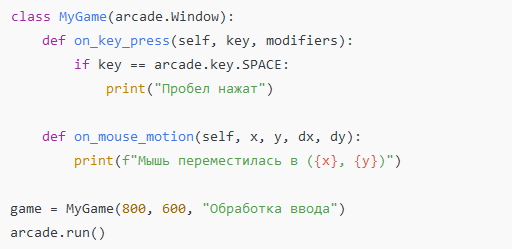
**2. Спрайты и анимация.** Arcade поддерживает работу со спрайтами, предоставляя мощные инструменты для управления их положением, скоростью, вращением и анимацией. Фреймворк также включает инструменты для обработки столкновений и взаимодействий между объектами.

**Пример работы со спрайтами**:



**3. Обработка ввода.** Arcade включает встроенные методы для обработки ввода с клавиатуры, мыши и других устройств. Это позволяет легко добавлять элементы управления в игру.

**Пример обработки ввода**:



**4. Звук и музыка.** Arcade поддерживает добавление звуковых эффектов и фоновой музыки, что позволяет создавать игры с полноценным аудиосопровождением.

**Пример работы со звуком**:



**5. Система управления уровнями.** Arcade предоставляет возможности для создания игровых уровней с помощью тайловых карт, позволяя легко проектировать сложные локации.

**Сравнение Arcade и Pygame.** Arcade часто сравнивают с Pygame, так как оба инструмента предназначены для создания 2D-игр на Python. Однако между ними есть несколько ключевых отличий:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Особенность | Arcade | Pygame |
| Подход к дизайну | Современный и высокоуровневый API | Более низкоуровневый API |
| Производительность | Использует OpenGL для ускорения графики | Работает на SDL, медленнее |
| Простота в освоении | Легче для новичков благодаря чистому коду | Требует больше ручной настройки |
| Гибкость | Отлично подходит для 2D-графики | Широкие возможности настройки |

Arcade считается более современным инструментом, тогда как Pygame подойдет для тех, кто хочет больше контролировать детали разработки.

**Установка Arcade.** Arcade можно установить с помощью менеджера пакетов Python pip, введя команду: pip install arcade

Для корректной работы рекомендуется использовать последние версии Python и pip.

**Примеры игр на Arcade.** Arcade идеально подходит для создания различных жанров игр, таких как платформеры, аркадные игры, головоломки и казуальные проекты. Примеры игр, которые можно создать с использованием Arcade:

* Простая аркада, где игрок управляет объектом, уклоняющимся от препятствий.
* Платформер с использованием тайловых карт и спрайтов.
* Головоломка с перемещением объектов и решением задач.

**Преимущества Arcade:**

1. **Современная архитектура**. Использование OpenGL обеспечивает высокую производительность и качественную визуализацию графики.
2. **Простота кода**. Чистый и интуитивно понятный API делает Arcade удобным для новичков.
3. **Кроссплатформенность**. Arcade работает на Windows, macOS и Linux.
4. **Хорошая документация.** Фреймворк имеет подробное руководство и множество примеров.

Arcade – это современный и удобный инструмент для разработки 2D-игр на Python, который предлагает мощный функционал и простоту использования. Благодаря высокому уровню абстракции и поддержке современных технологий Arcade становится идеальным выбором как для начинающих, так и для опытных разработчиков, которые хотят быстро реализовать свои игровые проекты. Независимо от уровня вашей подготовки, Arcade предлагает всё необходимое для создания впечатляющих и увлекательных игр.

# 

# Заключение

В заключение необходимо включить следующее:

1. Краткие и ёмкие теоретические и практические выводы, которые были получены во время анализа теоретической базы и практического исследования.
2. Оценка проведённого исследования, описание его результатов.
3. Практическая значимость работы, рекомендации и планы на дальнейшие исследования.
4. Общий итог — достижение цели, выполнение задач, доказательство гипотезы.
5. Предложения по совершенствованию объекта исследования.

# Список используемой литературы

Здесь нужно будет указатьсписок используемой литературы, ссылки на все ресурсы, которые нужны были для создания проектной работы.

Основные правила оформления использованной литературы и ресурсов:

1. Каждый источник упоминается единожды, независимо от того, насколько часто на него ссылаются.
2. Список литературы оформляется в алфавитном порядке по фамилии автора, сначала русскоязычная литература, затем иностранная, далее интернет-сайты.
3. Библиографическая запись обязательно включает:
   * Фамилию автора или фамилии их группы, инициалы (при наличии).
   * Название статьи, книги, справочника, закона, иного документа.
   * Населённый пункт, в котором был издан источник, наименование издательства.
   * Год публикации.
   * Число страниц.

## Пример

* *Книга: Автор. Название книги. Город: Издательство, Год.*
* *Статья: Автор. "Заголовок статьи." Название журнала Том, номер (Год): страницы.*

# Приложения

В **приложения** обычно входят артефакты, получившиеся в процессе создания проекта:

1. Объёмные графики и таблицы, которые не помещаются на лист А4.
2. Длинные математические формулы и расчёты по ним.
3. Характеристики аппаратуры, которая использовалась для проведения исследования.
4. Авторские методики.
5. Вспомогательный материал: тесты, карточки, схемы, рисунки.
6. Материалы, полученные на предприятии: отчёты, прочие документы.