|  |
| --- |
|  |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное  учреждение высшего образования  **"МИРЭА - Российский технологический университет"**  **РТУ МИРЭА** |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ**  **ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОЕКТНОЙ РАБОТЕ** | |
| **«Разработка игрового приложения «Balls and Bricks»»** | |
| **по дисциплине**  **«ПРОЦЕДУРНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ»** | |
| Выполнил студент группы *ИКБО-09-22* | *Кузнецов Я. А.* |
| Приняла преподаватель | *Евстигнеева О. А.* |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Проектная | « » 2022 г. |  |
| работа выполнена |  |  |
| Оценка | « » 2022 г. |  |

Москва 2022

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1 ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc5)

[2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ 4](#_Toc6)

[2.1 Особенности реализации 4](#_Toc7)

[2.2 Игровой процесс 4](#_Toc8)

[2.3 Игровые меню 5](#_Toc9)

[3 РЕАЛИЗАЦИЯ 6](#_Toc10)

[3.1 Структура проекта 6](#_Toc11)

[3.2 Файлы уровней 6](#_Toc12)

[3.3 Инициализация и главный цикл 6](#_Toc13)

[3.4 Заголовочный файл physics.hpp и физика. 10](#_Toc14)

[3.5 Заголовочный файл random.hpp и генерация псевдослучайных чисел. 12](#_Toc15)

[3.5 Заголовочный файл fps\_control.hpp и контроль частоты кадров. 13](#_Toc16)

[3.6 Заголовочный файл level\_files\_handler.hpp и обработка файлов уровней. 14](#_Toc17)

[3.7 Реализация классов игровых объектов. 14](#_Toc18)

[3.8 Реализация классов окон. 17](#_Toc19)

[3.9 Алгоритм обработки новой итерации игры 19](#_Toc20)

[3.10 Организация файлов в скомпилированном проекте 21](#_Toc21)

[4 ПРИМИЧАНИЕ 22](#_Toc22)

[4.1 Разделяемые библиотеки и программы, необходимые для сборки. 22](#_Toc23)

[4.2 Аппаратные требования 23](#_Toc24)

[4.3 Требования к операционной системе 23](#_Toc25)

[4.5 Особенности сборки проекта. 24](#_Toc26)

[ВЫВОДЫ 25](#_Toc27)

[СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ 26](#_Toc28)

**1 ВВЕДЕНИЕ**

Идея написания написания этой игры возникла после предложения моего преподавателя сделать проектную работу, так как простые задачи по предмету были простые и скучные. Я написал данное приложении по следующим причинам:

1. Обучение.

Мне хотелось изучить новые технологии для создания приложений с графическим интерфейсом (фреймворк Qt6), а также аспекты языка c++ не затронутые в учебной программе.

2. Это классика.

Старые 2D игры отличный источник вдохновения. Их реализация не настолько сложна и отлично подходит чтобы попрактиковаться.

3. Игры это не только про MS Windows.

На данный момент не многие игры поддерживают Linux системы, упуская возможность порадовать их пользователей. Я собираюсь улучшить сложившуюся ситуацию, ведь в Linux системах есть масса возможностей для создания качественных высокопроизводительных игр.

4. Выгодно для меня.

Эту работу можно разместить в портфолио, чтобы впечатлять будущего работодателя.

При создании этой игры я вдохновлялся классической игрой «Арканоид», откуда и взял идею и некоторые механики.

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Разработать игровое приложение со следующими особенностями и возможностями:

**2.1 Особенности реализации**

* Использование языка c++ в качестве ведущего для данного приложения.
* Использование фреймворка Qt6.
* Использование системы сборки CMake для возможности сборки на любой платформе.
* Возможность сыграть в уровень, созданный пользователем.
* Сторонние разделяемые библиотеки нельзя распространять с исходным кодом и скомпилированным приложением!

**2.2 Игровой процесс**

* Цель игры выбить шаром как можно больше блоков. Задавать скорость движения шара игрок может управляя платформой.
* Платформа двигается в право и влево с помощью клавиш A, D или стрелок вправо, влево.
* Шарик(и) перемещается по игровому полю. Игрок должен отбивать его платформой. Если шарик коснётся края экрана, за платформой, он исчезнет.
* Если на игровом поле не останется шариков, игрок проигрывает.
* На игровом поле располагаются блоки в виде кирпичиков, которые игроку требуется поразить шариком. Из них могут выпадать случайные усиления, которые влияют на геймплей.
* Чтобы активировать усиление игрок должен соприкоснутся с ним платформой.
* Игрок побеждает, если разрушит все кирпичики и переходит к следующему уровню (если это возможно).

**2.3 Игровые меню**

* Меню выбора уровней.
* Главное меню в котором игрок может:
  + Начать новую игру или вернутся к не завершенной.
  + Открыть меню выбора уровней.
  + Открыть меню с информацией о программе.
  + Выйти из игры
* Меню с информацией о программе.

**3 РЕАЛИЗАЦИЯ**

**3.1 Структура проекта**

Весь код в проекте разделён на заголовочные файлы в зависимости от функционала. В папке «GUI» хранится код элементов имеющих графический интерфейс. Заголовочные файлы в корне проекта не несут в себе графического интерфейса. Они отвечают за расчёты, работу с файловой системой, хранение глобальных переменных и т.п. .В папках «icons», «levels», «ui\_design\_files» хранятся файлы иконок, уровней и файлов интерфейсов соответственно.

**3.2 Файлы уровней**

Файл с данными уровня представляет из себя текстовый файл с матрицей из целых чисел произвольного размера. Модуль числа обозначает прочность платформы, а знак показывает спрятан ли в ней бонус или нет(Если есть минус, то есть бонус, в противном случае его нет). Название файла с уровнем должно заканчиваться на «.level».

**3.3 Инициализация и главный цикл**

Главная функция main отвечает за инициализацию компонентов и запуск главного игрового цикла посредствам вызова процедуры enter\_main\_loop .Её логику можно описать следующей блок-схемой(см рисунок 1.).

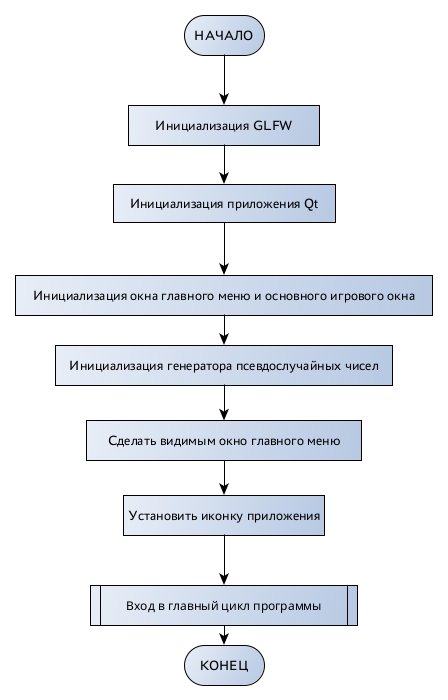


Рисунок 1 – Блок-схема главной функции main

Подробнее рассмотрим главный игровой цикл. В начале мы получаем текущее время и рассчитываем минимальное допустимое время для выполнения итерации. Это нужно для стабилизации частоты кадров в секунду и более плавного движения игровых объектов. После, вызываем обработчик событий Qt. Рассчитываем следующую итерацию игры для текущего игрового окна, посредствам вызова метода new\_game\_iteration. Проверяем, закрыты ли все основные окна и если это так завершаем работу программы. В противном случае отмечаем эту итерацию как выполненную и дожидаемся истечения целевого времени итерации. Этот цикл выполняется на протяжении всей работы программы. Этот алгоритм отражает блок-схема на рисунке 2.

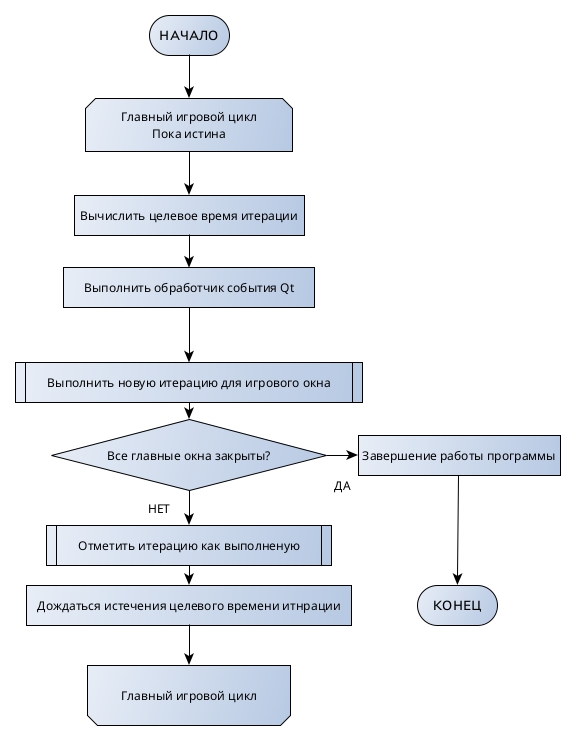


Рисунок 2 – Блок-схема главного игрового цикла

Рассмотрим код файла main.cpp, в котором реализованы вышеупомянуты функция main и процедура enter\_main\_loop. (см рис. 3, 4)

|  |
| --- |
| **void enter\_main\_loop()**  **{**    **while (true){**  **auto now = std::chrono::steady\_clock::now();**  **auto end = now + std::chrono::milliseconds(**8**);**    **QApplication::processEvents();**    **if (!window->g\_window->isHidden()){**  **window->g\_window->new\_game\_iteration();**  **}**  **if (window->g\_window->isHidden() and window->isHidden())**  **exit(**0**);**    **next\_frame();**  **std::this\_thread::sleep\_until(end);**  **}**  **}** |

Рисунок 3 – Код на языке c++ для главного игрового цикла.

|  |
| --- |
| **int main(int argc, char \*argv[]) {**  **glfwInit(); *// Инициализация OpenGL и GLFW***  **glfwWindowHint(GLFW\_CONTEXT\_VERSION\_MAJOR, 3);**  **glfwWindowHint(GLFW\_CONTEXT\_VERSION\_MINOR, 3);**  **glfwWindowHint(GLFW\_OPENGL\_PROFILE, GLFW\_OPENGL\_CORE\_PROFILE);**  **#ifdef \_\_APPLE\_\_**  **glfwWindowHint(GLFW\_OPENGL\_FORWARD\_COMPAT, GL\_TRUE); *// Для корректной работы под macOS***  **#endif**      **QApplication a(argc, argv);**  **window = new Ui\_MainWindow();**  **std::cout << "INIT" << std::endl;**  **window->g\_window = new GameWindow();**  **window->init();**  **init\_random();**  **window->g\_window->init(window);**  **std::cout << "INIT DONE" << std::endl;**    **window->show();**    **QApplication::quitOnLastWindowClosed();**    **auto\* icon = new QIcon("../icons/Ball\_triple\_ico.png");**  **QApplication::setWindowIcon(\*icon);**  **enter\_main\_loop();**  **return 0;**  **}** |

Рисунок 4 – Код на языке c++ для функции main.

**3.4 Заголовочный файл physics.hpp и физика.**

В этом файле содержится 2 реализации функции по проверки столкновения двух объектов родственных классу QWidget. 1 реализация принимает 2 указателя на объекты, а вторая сами эти объекты. Проверка столкновений осуществляется по следующему алгоритму.(см рис. 5)

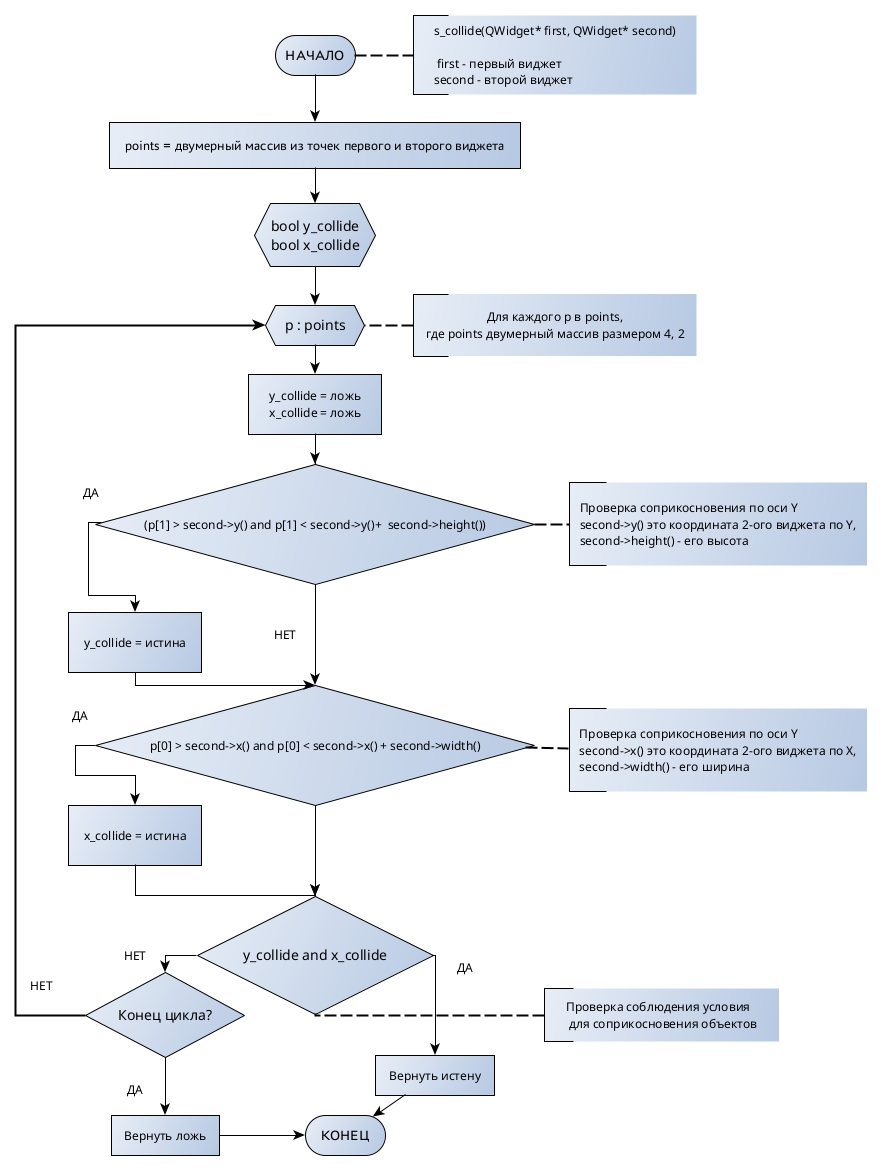


Рисунок 5 – Блок-схема алгоритма проверки столкновений двух виджетов

**3.5 Заголовочный файл random.hpp и генерация псевдослучайных чисел.**

В этом файле реализованы функции по генерации псевдослучайных чисел. Процедура init\_random задаёт ключ для генератора, в виде текущего времени. Функция randint(int a, int b) возвращает псевдослучайное число из диапазона [a, b]. Функция get\_random\_inversion возвращает -1.0 или 1.0 случайным образом. Рассмотрим их реализацию на языке c++.

|  |
| --- |
| **void** init\_random**(){**  **srand((unsigned)time(nullptr));**  **}**    **int** randint**(int a, int b){**  **int rnd = (rand()%b)+a;**  **if (rnd >= a and rnd <= b){**  **return rnd;**  **}**  **return a + rnd % (b - a +** 1**);**  **}**    **float** get\_random\_inversion**(){**  **int a = randint(**0**,** 128**);**  **if (a %** 2 **==** 0**){**  **return** 1.0f**;**  **}**  **return** -1.0f**;**  **}** |

Рисунок 6 – реализация вышеупомянутых функций на c++.

**3.5 Заголовочный файл fps\_control.hpp и контроль частоты кадров.**

В этом файле содержится процедура для вычисления частоты кадров в секунду и функция, которая возвращает текущую частоту кадров, а также глобальные переменные frames, current\_fps, lastTime. Функция get\_main\_thread\_fps возвращает значение current\_fps, если оно > 1, в противном случае 1. Рассмотрим алгоритм работы процедуры next\_frame с помощью блок-схемы(см. рис. 7).

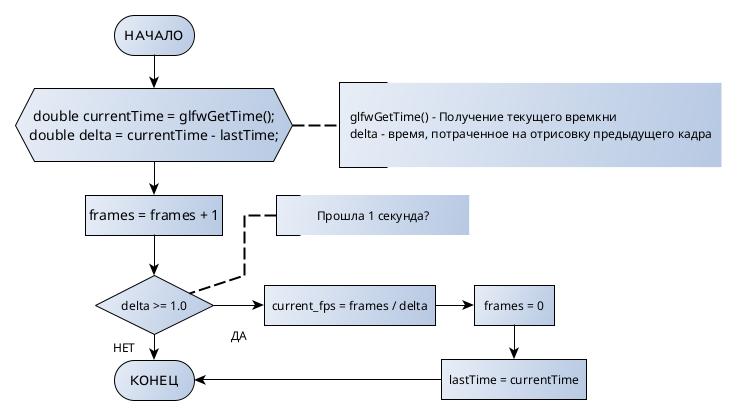


Рисунок 5 – Блок-схема алгоритма процедуры расчёта частоты кадров в секунду.

**3.6 Заголовочный файл level\_files\_handler.hpp и обработка файлов уровней.**

В данном файле реализованны функции для обработка файлов уровней. Функция is\_delimiter(char c), проверяет, является ли символ c разделителем. Функция split(std::string &str) разбивает строку str на массив чисел. get\_main\_levels\_count() и get\_bonus\_levels\_count() возврощают кол-во основных и дополнительных уровней соответственно.

**3.7 Реализация классов игровых объектов.**

Для удобства работы с игровыми объектами и хранения данных на потребуются классы блоков, которые нужно поразить игроку, бонусов, а также шарика. Все эти классы будут наследовать методы от QPushButton, чтобы ними можно было взаимодействовать как с кнопками и базовыми виджетами.

Начнём с класса Ball. Для этого реализуем с начала приватные метод и переменные: update\_qt\_pos() – метод для обновления отображаемых параметров (координаты и размер), а также координаты x, y, проекции скорости на координатные оси и id шарика. Остальные методы будут общедоступными так-как их потребуется вызывать в других частях программы. У этого класса будут следующие публичные методы:

* void rest\_speed()
* void freeze\_ball()
* void set\_id(int id)
* void multiply\_ball\_speed(float m)
* int get\_id()
* float get\_x()
* float get\_y()
* void set\_y(float y)
* void set\_x(float x)
* void init(int x = 256, int y = 256)
* void change\_movement\_vector(int x, int y)
* void move()
* void process\_ball\_collisions(float platform\_x, float platform\_y, float platform\_w, float platform\_h, std::vector<std::vector<TargetBlock\*>\*>\* targets, QWidget\* GameSpace, std::vector<Bonus\*>\* bonuses, QWidget\* parent)
* void do\_balls\_collision(Ball\* other\_ball)
* void process\_ball\_collisions\_with\_other\_balls(std::vector<Ball\*>\* balls)
* void spawn\_on\_random\_good\_place(std::vector<Ball\*>\* balls)

Реализуем класс для кирпичиков, которые игроку нужно разрушить. У него будут следующие приватные переменные.

* unsigned int level = 1;
* unsigned int hp = 1;
* int column = 0, row = 0;
* bool bonus = false;

И следующие публичные методы:

* bool is\_bonus()
* void set\_bonus(bool status)
* bool hit\_block()
* void update\_color()
* bool is\_dead()
* void set\_level(int &\_level)
* void set\_hp(int \_hp)
* int get\_col()
* int get\_row()
* void set\_row(int \_row)
* void kill\_target()

Реализуем класс для бонусов. Ему потребуются следующие приватные методы:

* void set\_random\_type()
* void set\_random\_negative\_type()
* void update\_image()

И следующие публичные переменные и методы:

* bool to\_delete = false;
* float pos\_y;
* unsigned int bonus\_type;
* int get\_x()
* void init(unsigned int \_type = BONUS\_TYPE\_RANDOM)
* void move()

**3.8 Реализация классов окон.**

В для игры понадобится 4 игровых окна, для которых потребуется создать классы: окно с информацией о программе, главное меню, меню выбора уровня и главное игровое окно. В файле ./GUI/AboutForm.hpp реалтзован интерфейс окна с информацией.

Окно выбора уровня реализовано в файле ./GUI/LevelSelectMenu.hpp . Для этого окна потребуется реализовать следующие методы:

* onLevelButtonClicked(int button\_number) – вызывается при нажатии на кнопку с номером button\_number.
* void onBackButtonPushed() кнопка возврата в главное меню
* void setupUi(QWidget \*Level\_select) и void retranslateUi(QWidget \*Level\_select) – инициализация интерфейса.
* void init(GameWindow\* g\_win, QMainWindow\* main\_window) – инициализация
* void onPlayButtonPushed() – вызывается при нажатии на кнопку «играть»

Окно с главным меню реализовано в файле ./GUI/MainMenu.hpp . Для этого окна потребуется реализовать несколько методов, а также переопределить несколько базовых :

* void onExitButtonPush() - вызывается когда нажата кнопка выхода из игры
* void onLevelSelectButtonPushed() – вызывается когда нажата кнопка перехода в меню выбора уровня.
* void init() - инициализация
* void onNewGameButtonPushed() – вызывается при нажатии на кнопку начала новой игры или «продолжить».
* void onCustomLevelPlayPushed() - вызывается при нажатии на кнопку запуска пользовательского уровня.
* void setupUi() – инициализация графического интерфейса.
* void retranslateUi(Ui\_MainWindow \*MainWindow) – инициализация графического интерфейса.
* bool eventFilter(QObject \*object, QEvent \*event) – переопределение стандартного фильтра событий.
* void create\_new\_demo\_game() – запуск 1 уровня.

Окно с главным игровым окном реализовано в файле ./GUI/GameWindow.hpp . За него будет отвечать класс GameWindow. Для этого окна потребуется следующие методы:

* void setupUi(QWidget \*AboutForm) и void retranslateUi(QWidget \*AboutForm) – инициализация интерфейса.
* bool eventFilter(QObject \*object, QEvent \*event) – переопределённый фильтр событий.
* void move\_platform() – сдвинуть платформу по текущему направлению.
* void onResize() – метод, который вызывается при изменении размера окна.
* void wipe\_targets\_data() – очистка данных кирпичиков.
* bool is\_lose() – проверка проигрыша.
* bool is\_win() – проверка победы.
* void check\_win\_or\_lose() проверка победы или поражения и соответствующие действия при их обнаружении.
* void load\_level\_data(std::string &file\_path, int \_level\_number = 0, bool \_is\_bonus\_level = false) – загрузка уровня по полученным параметрам (приватный метод).
* void apply\_bonus\_triple\_ball(bool \_recursion = false) – обработка бонуса утроения шарика.
* void play\_level(unsigned int level\_id, bool bonus = false) – подготовка информации и запуск уровня в случае успешной проверки полученных данных.
* void play\_level\_by\_path(std::string \_filepath) – быстрый запуск уровня по пути к файлу.
* void update\_score() – обновить отображаемый счёт.
* void show() – переопределённый метод перевода окна из скрытого в видимое.
* void resizeEvent(QResizeEvent\* event) override – переопределённый метод обработки события изменения размеров окна, вызывает onResize.
* void hide() – переопределённый метод скрытия окна.
* void init(auto\* window) – инициализация окна.
* void new\_game\_iteration() – обработка новой итерации игры.
* bool check\_bonus\_collisions(Bonus\* bonus) – проверка столкновения бонуса и платформы.
* void rest\_game() – сброс текущей игры, вызывает wipe\_targets\_data.

**3.9 Алгоритм обработки новой итерации игры**

Реализуем данный алгоритм в виде блок-схемы (см. рис. 6).

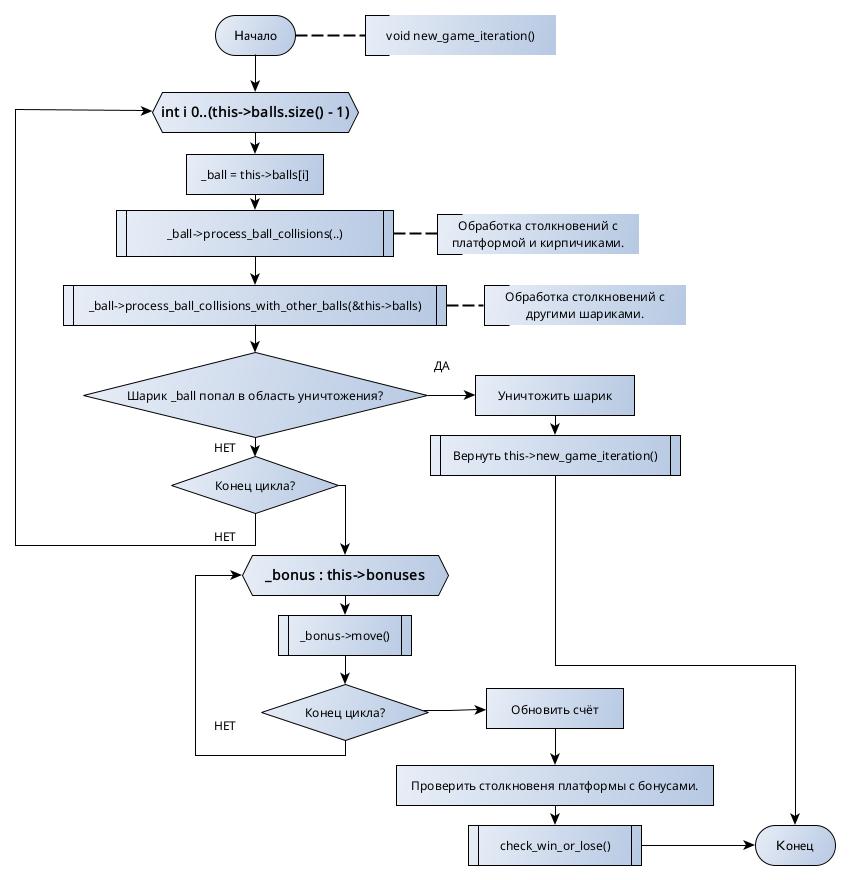


Рисунок 6 – Блок-схема алгоритма обработки новой игровой итерации

Рассмотрим блок-схемы для некоторых функций, использованных в вышеупомянутом алгоритме. Начнём с check\_win\_or\_lose (см. рис. 7).

**3.10 Организация файлов в скомпилированном проекте**

Правильная организация файлов необходима для корректной работы программы. Исполняемые файлы должны хранится в папке bin, изображения в images, а уровни в levels. Рассмотрим иерархию файлов в виде графа (см. рис. 7).

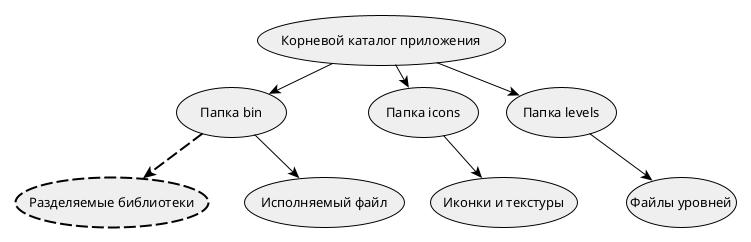


Рисунок 7 – Иерархия файлов в собранном пороете.

**4 ПРИМИЧАНИЕ**

У данной игры есть ряд требований к компьютеру пользователя о которых необходимо.

**4.1 Разделяемые библиотеки и программы, необходимые для сборки.**

Согласно требованиям все сторонние разделяемые библиотеки не должны распространятся с приложением. Поэтому ответственность за их корректную установку возлагается на пользователя.

Для пользователей Windows систем необходимо установить следующие пакеты для запуска скомпилированной программы:

* Qt6 (Скачать установщик с официального сайта qt.io)
* Mingw (Поставить галочку в онлайн установщике qt)
* GLFW (Скачать с официального сайта glfw.org)

Для сборки потребуется ещё установить:

* Пакеты для разработка под c++ для Microsoft Windows (Поставить галочку в онлайн установщике qt или скачать с официального сайта Microsoft)
* CMake (Поставить галочку в онлайн установщике qt)

Если Windows не позволяет установить необходимую библиотеку, то её нужно скомпилировать из исходного кода и полученные .dll файлы поместить в папку с исполняемыми файлами игры (bin).

Для запуска на POSIX системах (Linux, MacOS...) потребуется следующие библиотеки (пакеты не dev версий!):

* libglfw.so.3
* libQt6Widgets.so.6
* libQt6Gui.so.6
* libQt6Core.so.6

Для сборки понадобятся установить дополнительно :

* make
* g++
* CMake
* Dev версии вышеуказанных пакетов (glfw, Qt6)

Установить их можно пр помощи пакетного менеджера для конкретной системы. Также для всех пакетов понадобится установить зависимости!

**4.2 Аппаратные требования**

* Многоядерный процессор (Рекомендуется)
* Поддержка процессором инструкций: cx16, sse, sse2, sse3.
* Дискретная или встроенная видеокарта, способная обрабатывать OpenGL 3.3 и выше.
* amd64 совместимый процессор (Для скомпилированных исполняемых файлов, прикреплённых к проекту).

**4.3 Требования к операционной системе**

Из за санкций на территории РФ для ОС. Windows затруднительно получить, необходимые для запуска и сборки игры пакеты, поэтому её использование не рекомендуется! Для запуска потребуется Windows 7 или новее(Рекомендуется 10 64-биная).

Для POSIX систем главное требование, это возможность установить необходимые пакеты. Также необходимо наличие установленных последних обновлений.

**4.4 Требования к Linux системам для запуска скомпилированной игры, приложенной к проекту.**

К проекту приложены 2 сборки под разные дистрибутивы Linux(Для RHEL и Debian подобных систем). RHEL версия требует более новой версии glibc, поэтому её не рекомендуется запускать на дистрибутивах со старой пакетной базой. Она оптимизирована для новых RHEL подобных систем. Debian сборка предназначена для Debian подобных систем.

**4.5 Особенности сборки проекта.**

В POSIX системах сборка выполняется через bash скрипт build\_linux.sh. В результате появляется папка Build, содержащая собранный проект.

В случае сборки под Windows или вручную через CMake потребуется вручную сформировать необходимую структуру игровых файлов, как сказано в подразделе 3.10 .

**ВЫВОДЫ**

Приложение реализовано и протестировано. Подготовлен отчёт о проделанной работе.

# **СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1.Информатика: Методические указания по выполнению практических работ / С. С. Смирнов, Д. А. Карпов – М., МИРЭА – Российский технологический университет, 2020. – 102 с.

2.Основы промышленного программирования / М. В. Преображенский Текст. Изображение. Устная речь : электронные : Лицей Академии Яндекса онлайн-учебник учебник. – URL: lyceum.yandex.ru/ ( дата обращения:25.05.2022). – Режим доступа: только для студентов Лицея Академии Яндекса 2-ого курса.

3. Ravesli [Электронный ресурс] // Уроки по C++ : [сайт]. [2021]. URL: http://ravesli.com/uroki-cpp (дата обращения: 28.11.2022) – Режим доступа: для всех, кроме пользователей из России.