Оглавление

[Введение 2](#_Toc90833291)

[Глава 1 3](#_Toc90833292)

[**1.1.** **Теория игр** 3](#_Toc90833293)

[**1.2.** **Антагонистическая игра** 4](#_Toc90833294)

[**1.3.** **Алгоритм Альфа-бета отсечение** 5](#_Toc90833295)

[**1.4.** **Интерфейс** 6](#_Toc90833296)

[Глава 2. Реализация 7](#_Toc90833297)

[**2.1. Input System и ViewPort** 7](#_Toc90833298)

[**2.2. Перечисления** 8](#_Toc90833299)

[**2.3. Класс Game** 9](#_Toc90833300)

[**2.4. Функция Game::Logic()** 9](#_Toc90833301)

[**2.5. Сущность AI** 11](#_Toc90833302)

[**2.6. AI::GetBestMove()** 11](#_Toc90833303)

[**2.7. AI::GetMove()** 12](#_Toc90833304)

[Глава 3. Оптимизация алгоритмов 13](#_Toc90833305)

[Заключение 14](#_Toc90833306)

[Cписок используемых источников 15](#_Toc90833307)

[Приложение 16](#_Toc90833308)

# Введение

Целью курсовой работы является моделирование игры «Крестики-нолики». Для реализации был выбран язык программирования С++ в среде MS Visual Studio 2019. Вкратце, в данной курсовой работе будет реализована полноценная игра. Также игроку будет доступен выбор размеров игрового поля.

# Глава 1

## **Теория игр**

**Теория игр** — это раздел математической экономики, изучающий решение конфликтов между игроками и оптимальность их стратегий. Конфликт может относиться к разным областям человеческого интереса: чаще всего это экономика, социология, политология, реже биология, кибернетика и даже военное дело.

**Конфликтом** является любая ситуация, в которой затронуты интересу двух и более участников, традиционно называемых игроками. Для каждого игрока существует определенный набор стратегий, которые он может применить. Пересекаясь, стратегии нескольких игроков создают определенную ситуацию, в которой каждый игрок получает определенный результат, называемый выигрышем, положительным или отрицательным.

Оптимальные решения или стратегии в математическом моделировании предлагались ещё в XVIII в. Задачи производства и ценообразования в условиях олигополии, которые стали позже хрестоматийными примерами теории игр, рассматривались в XIX в. А. Курно и Ж. Бертраном. В начале XX в. Эмануил Ласкер, Эрнст Цермело и Эмиль Борель выдвигают идею математической теории конфликта интересов.

Математическая теория игр берёт своё начало из неоклассической экономики. Впервые математические аспекты и приложения теории были изложены в классической книге 1944 года Джона фон Неймана и Оскара Моргенштерна «Теория игр и экономическое поведение».

## **Антагонистическая игра**

**Антагонистическая игра** — термин теории игр. **Нулевая сумма** — это ситуация в теории игр, в которой выигрыш одного игрока эквивалентен проигрышу другого, поэтому чистое изменение богатства или выгоды равно нулю.

В игре с нулевой суммой может участвовать как минимум два игрока, так и миллионы участников. На финансовых рынках опционы и фьючерсы являются примерами игр с нулевой суммой, за исключением транзакционных издержек. На каждого человека, который выигрывает по контракту, есть контрагент, который проигрывает.

Игры с нулевой суммой можно найти в теории игр, но они менее распространены, чем игры с ненулевой суммой. Покер и азартные игры являются популярными примерами игр с нулевой суммой, поскольку сумма выигрышей одних игроков равна сумме проигрышей других. Такие игры, как шахматы и теннис, где есть один победитель и один проигравший, также являются играми с нулевой суммой.

Игры с нулевой суммой — это противоположность беспроигрышным ситуациям — таким как торговое соглашение, которое значительно увеличивает торговлю между двумя странами — или проигрышным ситуациям, таким как война, например.

**Игра Пенни** — это игра с нулевой суммой, потому что выигрыш одного игрока — это проигрыш другого. Результаты для игроков A и B показаны на рисунке 1. Как видно, объединенный результат игры для X и Y во всех четырех ситуациях равен нулю.

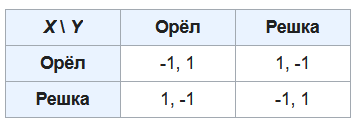


Рис.1 Все возможные исходы

## **Алгоритм Альфа-бета отсечение**

**Альфа-бета-отсечение**— алгоритм поиска, стремящийся сократить количество узлов, оцениваемых в дереве поиска алгоритмом минимакса. Предназначен для **антагонистических игр** и используется для машинной игры. В основе алгоритма лежит идея, что оценивание ветви дерева поиска может быть досрочно прекращено (без вычисления всех значений оценивающей функции), если было найдено, что для этой ветви значение оценивающей функции в любом случае хуже, чем вычисленное для предыдущей ветви. Альфа-бета-отсечение является оптимизацией, так как не влияет на корректность работы алгоритма.

**Минимакс** — правило принятия решений, используемое в теории игр, теории принятия решений, исследовании операций, статистике и философии для минимизации возможных потерь из тех, которые лицу, принимающему решение, нельзя предотвратить при развитии событий по наихудшему для него сценарию.

Критерий минимакса первоначально был сформулирован в теории игр для игры двух лиц с нулевой суммой Джеймсом Уолдгрейвом в 1713 году, в случаях последовательных и одновременных ходов, впоследствии получил развитие в более сложных играх и при принятии решений в условиях неопределённости.

Преимущество альфа-бета-отсечения фактически заключается в том, что некоторые из ветвей подуровней дерева поиска могут быть исключены после того, как хотя бы одна из ветвей уровня рассмотрена полностью. Так как отсечения происходят на каждом уровне вложенности (кроме последнего), эффект может быть весьма значительным. На эффективность метода существенно влияет предварительная сортировка вариантов (без перебора или с перебором на меньшую глубину) — при сортировке чем больше в начале рассмотрено «хороших» вариантов, тем больше «плохих» ветвей может быть отсечено без исчерпывающего анализа.

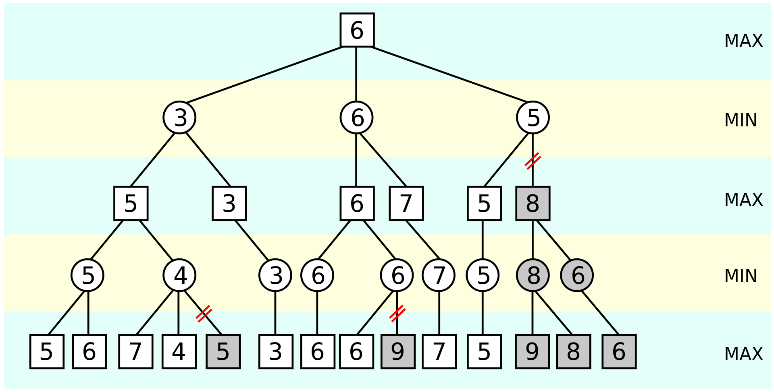


Рис.2 Пример использования алгоритма.

## **Интерфейс**

Для данной работы был выбран консольный интерфейс. Сначала игра попросит пользователя ввести размеры игрового поля и количество символов для победы. После чего программа выведет поле и начнётся игра.

Так как был реализован консольный интерфейс, символами для игры стали две переменные типа **char**.

Во время игры пользователь будет вводить координаты ходов, программа будет ходить в ответ.

Кому будет принадлежать первый ход решает случай. После этого игрок и программа ходят по очереди. После окончания игры, приложение выведет результат и даёт пользователю выбор: сыграть ещё одну партию или закрыть игру.

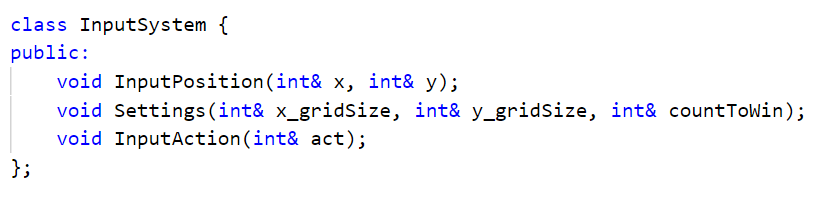
Если пользователь введёт большие размеры поля, в консоли появятся ползунки, что дает **преимущество** перед реализацией игры с графической оболочкой.

Также выбор консольного интерфейса повлияет на **скорость работы** игры и позволит запустить её не опасаясь провести вечер в ожидании хода программы.

# 

# Глава 2. Реализация

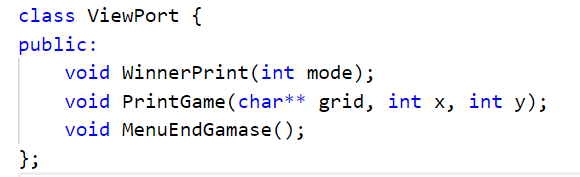
## **2.1. Input System и ViewPort**



Листинг 1. Структура системы ввода

Эта структура отвечает за взаимодействие пользователя с программой. Даёт игроку возможность ввода своих правил игры, таких как размеры игрового поля и условие победы. У данной структуры есть три функции:

1. InputPosition() – Функция, которая спрашивает игрока о его ходе
2. Settings() – Функция, которая считывает настройки, введённые пользователем
3. InputAction() – Функция, которая просит игрока выбрать из нескольких вариантов



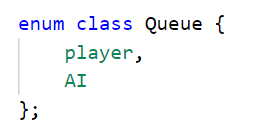
Листинг 1. Структура системы вывода

Структура ViewPort нужна для вывода в консоль данных игры, и общения с пользователем. ViewPort имеет также имеет три функции:

1. WinnerPrint() – Функция вывода результата партии
2. PrintGame() – Функция вывода игрового поля
3. MenuEndGamase() – Функция вывода выбора в конце игры (сыграть ещё партию или закрыть приложение)

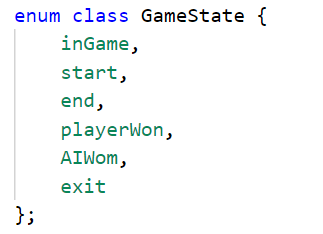
## **2.2. Перечисления**

**Queue** отвечает за то, чья очередь ходить. Так как крестики-нолики – игра для двоих, в очереди будут всего два игрока – пользователь и программа.



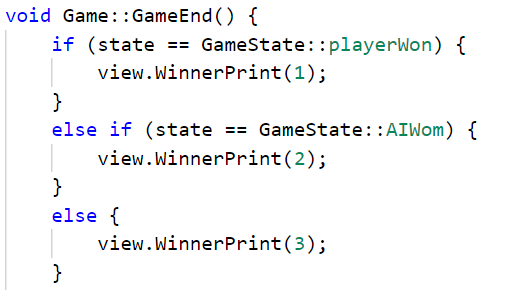
Листинг 3. Очередь игроков

**GameState** нужен для отслеживания стадий игры. С помощью этого можно проверят на какой стадии сейчас находится игра и изменять её.



Листинг 4. GameState

Ниже представлена часть функции **GameEnd**(), в которой проводится проверка стадии игры для корректного вывода результата партии.



Листинг 5. Пример использования GameState

## **2.3. Класс Game**

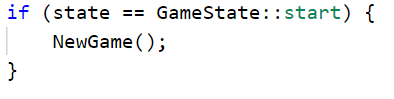
Класс **Game** – структура, которая представляет из себя всю игру. В ней есть функции начла и конца игры, инициализации и отчистки игрового поля, проверки статуса игры, поля, отвечающие за игровое поле и его размеры, условие победы и пр. Большинство методов класса **Game** – закрытые, в связи с ненадобностью работы с ними. Также раз это класс, у него должны быть конструктор и деструктор.

|  |  |
| --- | --- |
| https://i.imgur.com/3ajWRiU.png | https://i.imgur.com/ZHt84b7.png |

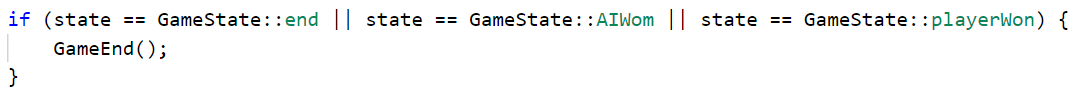
Листинг 6. Все поля и функции структуры Game

## **2.4. Функция Game::Logic()**

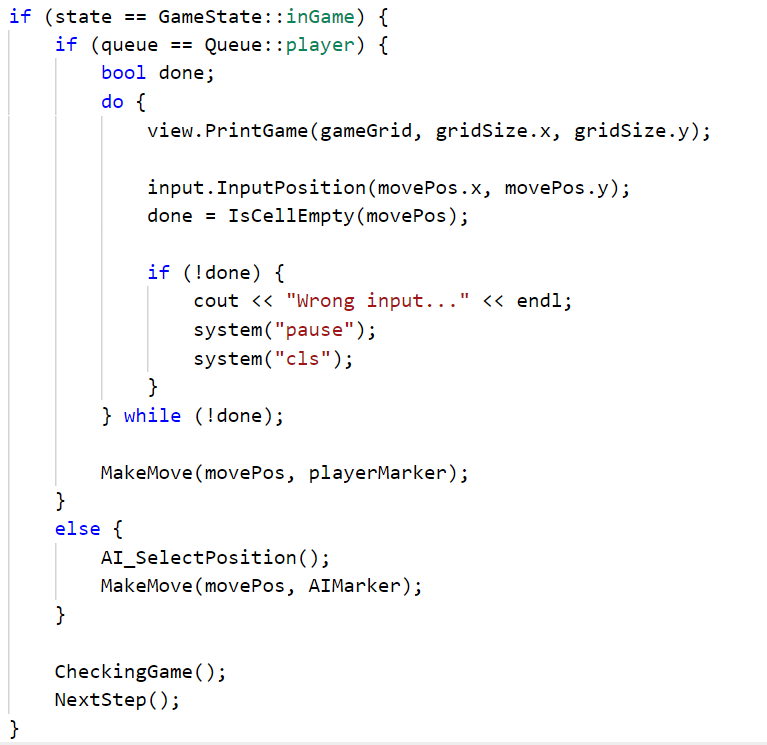
**Game::Logic** – Функция, в которой и происходит игра. Она проверяет на какой стадии в данный момент игра, и в связи с этими данными, вызывает другие функции, такие как инициализация игры, вывод результата партии, и пр.



Листинг 7. Инициализация игры на этапе “start”



Листинг 8. Конец игры на этапах “end”,“AIWon” и “playerWon”

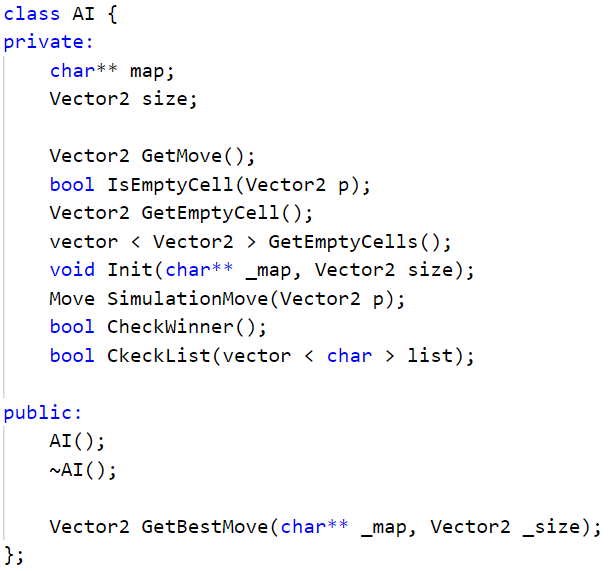


Листинг 8. Проверка на стадию “inGame”

Если стадия игры – **“inGame”**, функция проверит чей сейчас ход, и если сейчас настало время ходить пользователя, игрок должен будет ввести свой ход. Дальше следует проверка на правильность ввода, и затем, если ввод правильный, функция сделает ход. Если на этом этапе время хода программы, то функция просто попросит сущность AI выбрать позицию, и сделает ход. После этого функция проверит выиграл ли кто-то, и игра перейдёт на следующую стадию.

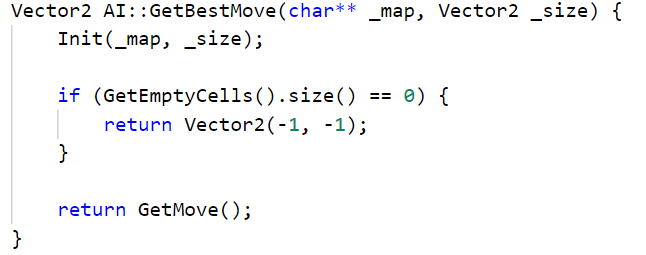
## **2.5. Сущность AI**

Для реализации игры против компьютера была реализована сущность **AI**. Сама структура имеет несколько полей и закрытых методов. Так как нет нужды в получении доступа к некоторым методам и полям, они были перенесены в спецификатор доступа **“private”**. Всего один метод класса имеет спецификатор доступа **“public”** – это функция **GetBestMove**().



Листинг 9. Структура Искусственного Интеллекта

## **2.6. AI::GetBestMove()**



Листинг 10. Функция GetBestMove()

На вход данному методу поступает текущий вариант игрового поля и его размеры. После чего он инициализирует текущие данные внутри себя, для работы с ними без опасений изменить изначальные данные игры. После этого метод проверяет наличие свободных клеток для хода.

Если таких ячеек нет, функция возвращает ход (-1,-1). Так как такого хода не может существовать, программа поймет, что игровое поле полностью заполнено, и перейдёт на следующий этап – анализ и вывод результата партии.

Если же есть минимум одна клетка для хода, метод вернёт результат выполнения функции **GetMove**().

## **2.7. AI::GetMove()**

Функция **GetMove** отвечает за логику виртуального оппонента. Сначала функция собирает все доступный ячейки. Перемешивает их, что добавляет вариативности. После этого функция проходится по всем записанным клеткам. Если был найден лучший ход, функция вернёт его координаты.

|  |  |
| --- | --- |
| https://i.imgur.com/c2XNRys.png | https://i.imgur.com/T8DIuZr.png |

# Глава 3. Оптимизация алгоритмов

# Заключение

# Cписок используемых источников

1. Бьерн Страуструп «Язык программирования C++. Специальное издание. Пер. с англ». — М.: Издательство Бином, 2011 г. — 1136 с: ил.
2. Конова Е.А. "Алгоритмы и программы. Язык С++. Учебное пособие. Гриф УМО вузов РФ", издательство: Лань, год издания:2020.
3. Герберт Шилдт "C++ для начинающих", издательство: ЭКОМ, год издания: 2007.
4. Му Барбара Э. "Язык программирования C++. Базовый курс. Руководство", издательство: Диалектика/Вильямс, год издания: 2014.

# Приложение