

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЕВКЛИДОВОЙ ГЕОМЕТРИИ В ГЕЙМДИЗАЙНЕ

*Козлов Н.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Карпович Д.В. – преподаватель первой категории*

**Аннотация.** Исследовано применение неевклидовой геометрии в геймдизайне на примере *Hyperbolica* и *Portal 2*, принципы реализации неевклидовой геометрии, её преимущества. Определено, что их использование неевклидовой геометрии даёт новый игровой опыт в головоломках и способствует развитию пространственного мышления у игрока. Приводятся результаты применения неевклидовой геометрии в успешных проектах, которые подтверждают результативность использования данной геометрии в создании особого вида игровых миров.

**Ключевые слова:** компьютерная игра, неевклидова геометрия, геймдизайн, гиперболическая геометрия.

**Введение.** Большинство современных проектов основано на евклидовой геометрии, в которой выполняется вся система аксиом, описанная в «Началах» Евклида. Однако современные технологии и появление большего числа компьютерных игр поспособствовало появлению проектов с альтернативными геометриями, которые нарушают аксиомы геометрии Евклида.

Данная статья включает в себя рассмотрение существующих игр, а в частности *Hyperbolica* и *Portal 2*, и рассказывает про способы реализации неевклидовой геометрии и результативность в вызове интереса у игрока.

**Основная часть.** Неевклидова геометрия – это геометрия, в которой нарушается одна или несколько аксиом евклидовой геометрии:

- от всякой точки до всякой точки можно провести прямую линию;
- ограниченную прямую можно продолжать по прямой;
- из всякого центра всяким радиусом может быть описан круг;
- все прямые углы равны между собой;
- если прямая, пересекающая две прямые, образует внутренние односторонние углы, меньшие двух прямых углов, то, продолженные неограниченно, эти две прямые встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых углов [1].

*Hyperbolica* является одним из представителей игр, использующих один из видов неевклидовой геометрии, а именно вид, который нарушает 5 аксиому. Данная геометрия называется гиперболической. В ней невозможны параллельные прямые и из-за данного нарушения аксиомы геометрии Евклида мир *Hyperbolica* привносит новый игровой опыт для пользователя.

Для начала игры в *Hyperbolica* пользователю требуется лишь современный компьютер, мышь и клавиатура, также игра поддерживает VR, что способствует погружению в гиперболический мир.

Смысл игры заключается в следующем: игровой персонаж попадает в гиперболический мир с помощью специального устройства, где ему предстоит решение головоломок и исследование окружающей его реальности.

Главным доказательством того, что игровой мир создан в неевклидовой геометрии является то, что в игре невозможно найти ни одного прямоугольника. У фигур, близких к прямоугольникам, углы будут составлять меньше 90 градусов, или их стороны будут изогнуты (рисунок 1).



Рисунок 1 –Демонстрация отсутствия прямоугольников в Hyperbolica

Hyperbolica создана одним разработчиком и имеет 83% позитивных оценок из 956 отзывов на самом крупном онлайн-сервисе цифрового распространения компьютерных игр и программ Steam (рисунок 2).



Рисунок 2 – Количество положительных оценок пользователей

Рассмотрим следующую игру – Portal 2. В ней также нарушается 5 аксиома, но происходит это иначе, нежели в Hyperbolica.

В Portal 2 игроку предстоит за внутриигрового персонажа по имени Чел решить множество головоломок для продвижения по сюжету игры. Головоломки построены на механике порталов, которые и нарушают постулат о параллельности прямых.

Механика порталов заключается в возможности моментального перемещения из одной точки в другую, также перемещения различных игровых предметов и изменения направления «моста плотного света», который используется для передвижения. Нарушение 5 аксиомы происходит, когда в портал 1 на одной плоскости мост попадает и выходит из портала 2, находящегося на другой плоскости и пересекает сам себя [2].

Порталы реализованы через установку камеры, захватывающей изображение из портала 2 и проецировании этого изображения на текстуру портала 1, что позволяет создать иллюзию окна в пространстве. Перемещение игрового персонажа происходит через триггер телепортации при приближении к определённой точке портала.

Неевклидова геометрия в Portal 2 позволяет создавать уникальные и необычные уровни, которые заставляют игрока думать по-новому и экспериментировать с порталами. Однако игровой мир Portal 2 не находится в неевклидовой геометрии с научной точки зрения, это можно доказать по наличию прямоугольников в игре. Игра относится к евклидовой геометрии с неевклидовыми элементами.

Решения, описанные выше, принесли успех Portal 2, 98 % из 274534 оценок на онлайн-сервисе цифрового распространения компьютерных игр и программ Steam – положительные [3].

**Заключение.** Применение неевклидовой геометрии в геймдизайне приносит новый игровой опыт для игрока, в частности в играх-головоломках. Были продемонстрированы способы реализации альтернативных геометрий, которые находят применения в новых проектах. Такие проекты показывают высокий процент положительных отзывов игроков, что было показано на примере Hyperbolica и Portal 2.

### **Список литературы**

1. Неевклидовы геометрии [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/080/804.htm> – Дата доступа: 30.03.2023.
2. Portal 2 в Steam [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: [https://store.steampowered.com/app/620/Portal\\_2/](https://store.steampowered.com/app/620/Portal_2/) – Дата доступа: 30.03.2023.
3. Hyperbolica в Steam [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://store.steampowered.com/app/1256230/Hyperbolica/?l=russian> – Дата доступа: 29.03.2023.

UDC 004.588

## **THE USE OF NON-EUCLIDEAN GEOMETRY IN GAME DESIGN**

*Kozlov N.V.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Karpovich D.V. – teacher of the 1st category*

**Annotation.** The application of non-Euclidean geometry in game design on the example of Hyperbolica and Portal 2, the principles of non-Euclidean geometry implementation, its advantages. It is determined that their use of non-Euclidean geometry provides a new game experience in puzzles and contributes to the development of spatial thinking of the player. Results of application of non-Euclidean geometry in successful projects are cited which confirm effectiveness of application of this geometry in creation of a special kind of game worlds.

**Keywords.** computer game, non-Euclidean geometry, game design, hyperbolic geometry.