**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы "Школа № 1532".**

**Стабилизация обратного маятника с помощью нечеткого управления**

10 класс, ГБОУ Школа №1532,

Шахнович Дмитрий Сергеевич

Руководитель: учитель информатики, ГБОУ Школа №1532,

Сергиенко Антон Борисович

**Москва, 2020**

Оглавление

[Введение 3](#_Toc65263104)

[Цель и задачи работы 3](#_Toc65263105)

[Методика выполнения работы 3](#_Toc65263106)

[Результаты и обсуждение 5](#_Toc65263107)

[Список используемой литературы 6](#_Toc65263108)

# Введение

Перевернутый маятник является классической задачей в динамике и теории управления и широко используется в качестве эталона для тестирования алгоритмов управления (PID-controllers, нейронных сетей, нечеткого управления, генетических алгоритмов и т.д.)..

Система обратного маятника (закрепленного, к примеру, на валу двигателя) может быть применена в робототехнике при движении роботов-гуманоидов. С помощью двигателей изменяется угол положения составных частей робота, что позволяет сохранить точку его равновесия и не дает роботу упасть. Также данная система применяется для стабилизации положения ракетных установок. Перевернутый маятник был центральным компонентом в разработке ранних сейсмографов. Доступное применение – балансировка, например в акробатике. Поэтому решение этой задачи актуально

# Цель и задачи работы

Целью работы является решение задачи стабилизации обратного маятника с помощью нечеткого управления.

Были поставлены следующие задачи работы:

1. Реализовать нечеткое управление на Python;
2. Настроить правила нечеткого управления;
3. Визуализировать управление маятником;

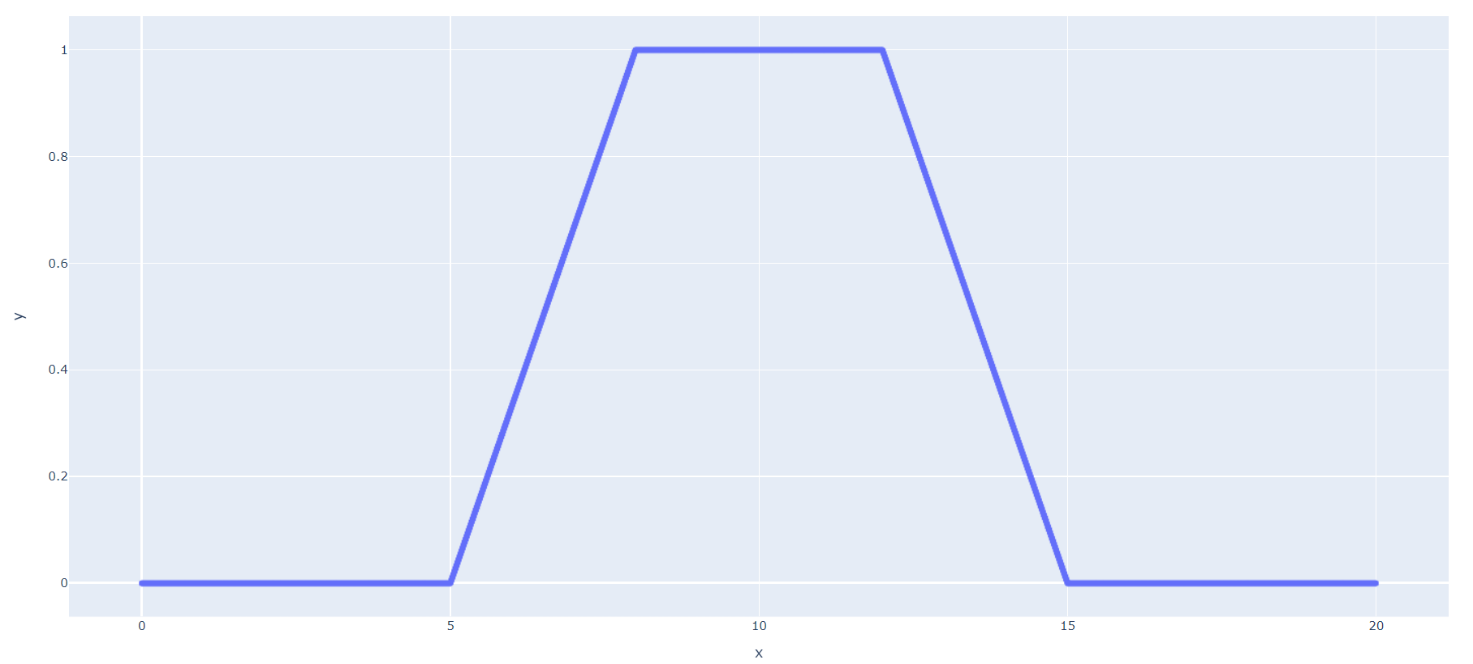
# Методика выполнения работы

**Перевёрнутый маятник** — устройство, представляющее собой маятник, который имеет центр масс выше своей точки опоры, закреплённый на конце жёсткого стержня. Часто точка опоры закрепляется на тележке, которая может перемещаться по горизонтали. В то время как нормальный маятник устойчиво висит вниз, обратный маятник по своей природе неустойчивый и должен постоянно балансироваться чтобы оставаться в вертикальном положении, с помощью перемещения точки опоры по горизонтали. Простейшим демонстрационным примером может являться балансировка карандаша на конце пальца.

В решении задачи для моделирования маятника использовалась openAI библиотека gym

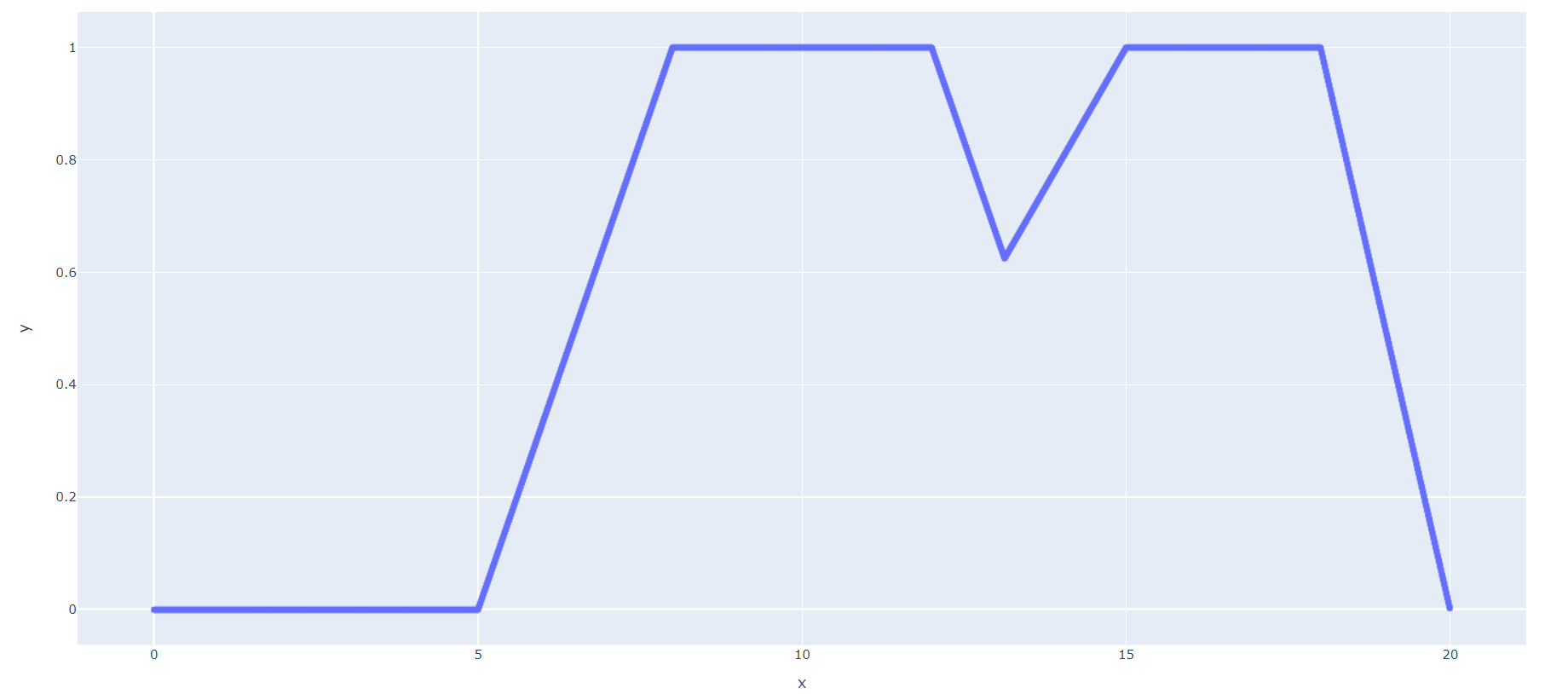
Суть решения заключалась в создании правил из нечетких чисел, сравнения их с фаззированными данными о положении маятника и выборе направления движения тележки, с помощью которого балансировался маятник.

Нечеткое или фаззированное число описывается четырьмя параметрами, обозначающими его границы. На графике нечеткое число можно представить так:



Нечеткое число

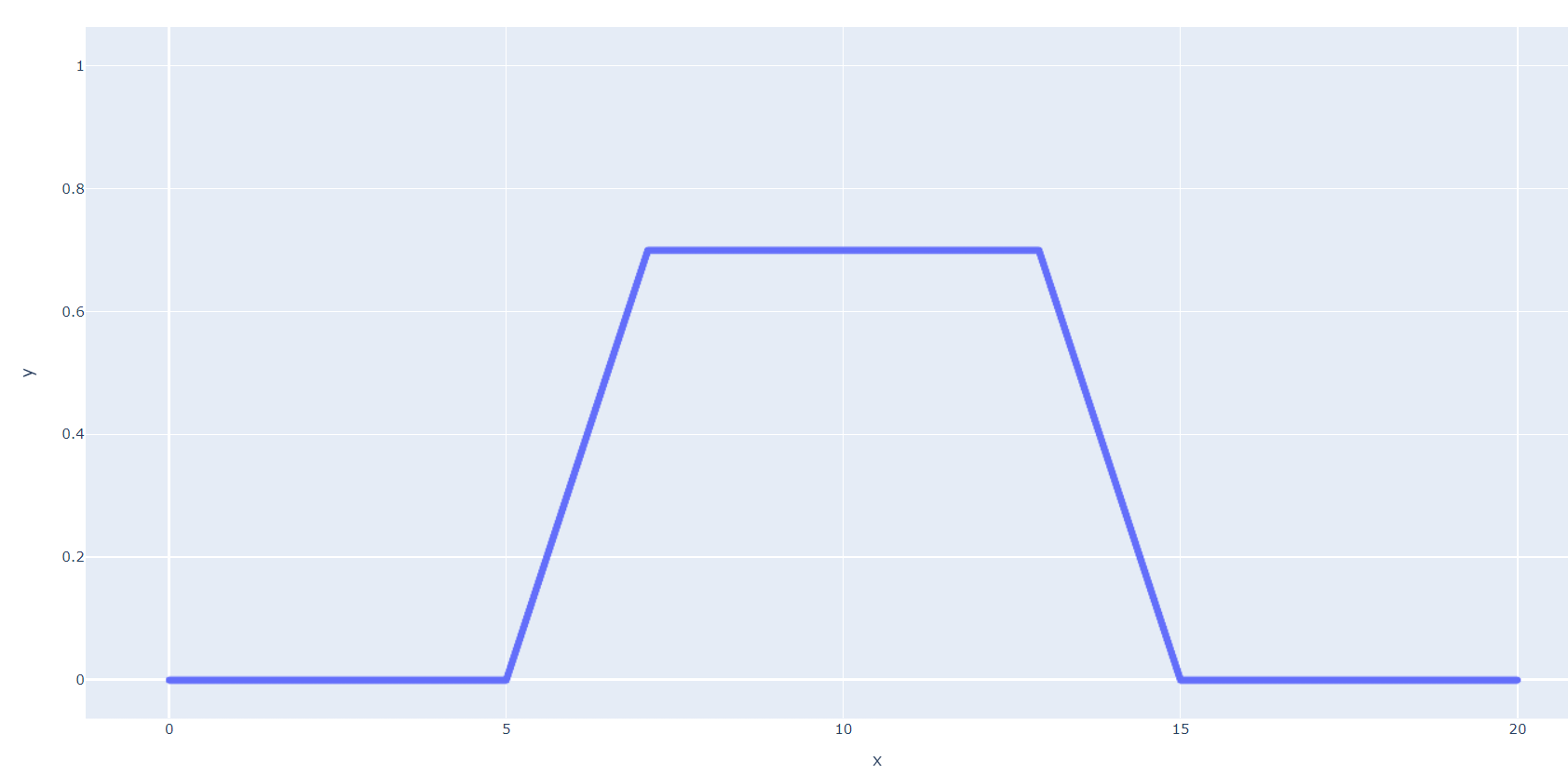
Прежде всего программа получает данные о положении тележки и угле наклона шеста маятника и фаззирует их.

Затем, эти данные сравниваются с правилами, то есть находится максимальное пересечение этих нечетких чисел: 

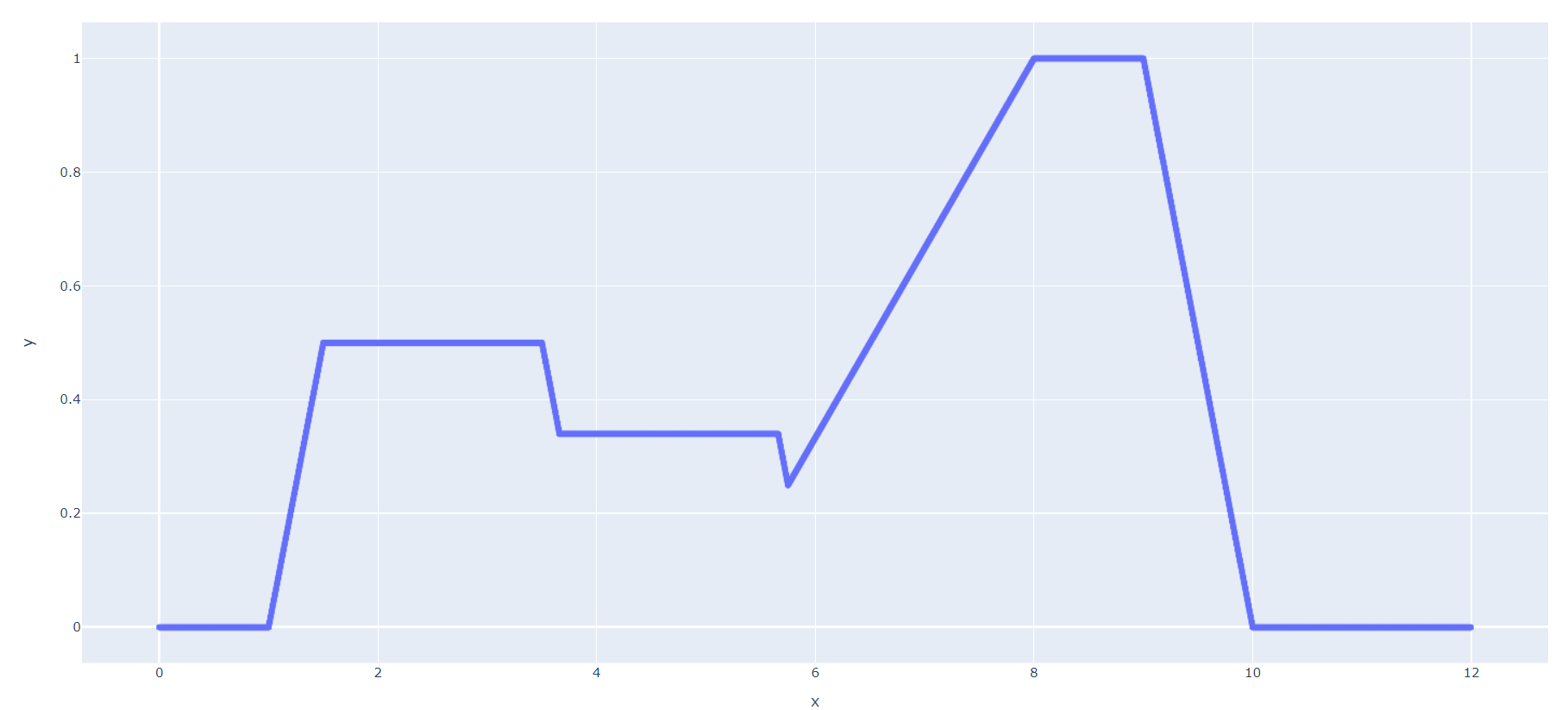
Пересечение нечетких чисел

Правила состоят из нескольких нечетких чисел, с которыми сравнивается данные, и направления движения тележки (в виде нечеткого числа).

И соответствующие правилам значения обрезаются максимальным пересечением правил с текущими данными о положении тележки:



Обрезание нечетких чисел

Все значения правил объединяются:

Объединение нечетких чисел

И находится центр масс по формуле:

\*та формула\*

Если центр масс > 0.5, то направление воздействия на тележку – право

Иначе лево

# Результаты и обсуждение

В результате выполнения работы была написана программа, содержащая в себе класс нечетких чисел, а также программа для стабилизации маятника с помощью нечеткого управления

\*ссылка на класс и код\*

Данный алгоритм планируется дальше совершенствовать ­— найти более подходящие правила а также визуализировать на графиках различные параметры, которые использует программа.

# Список используемой литературы