

Aircraft AI

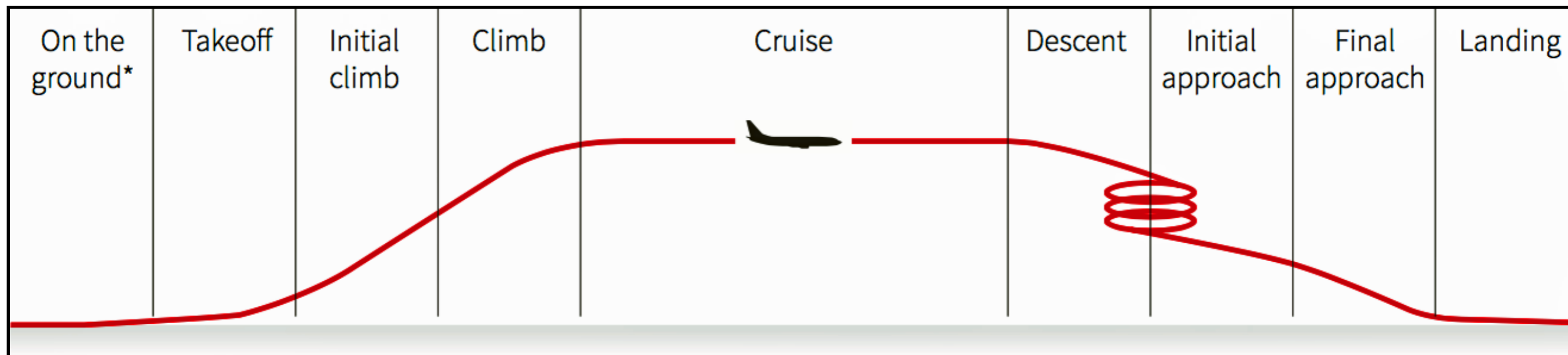
Выполнил

Клейман Вадим

Руководители

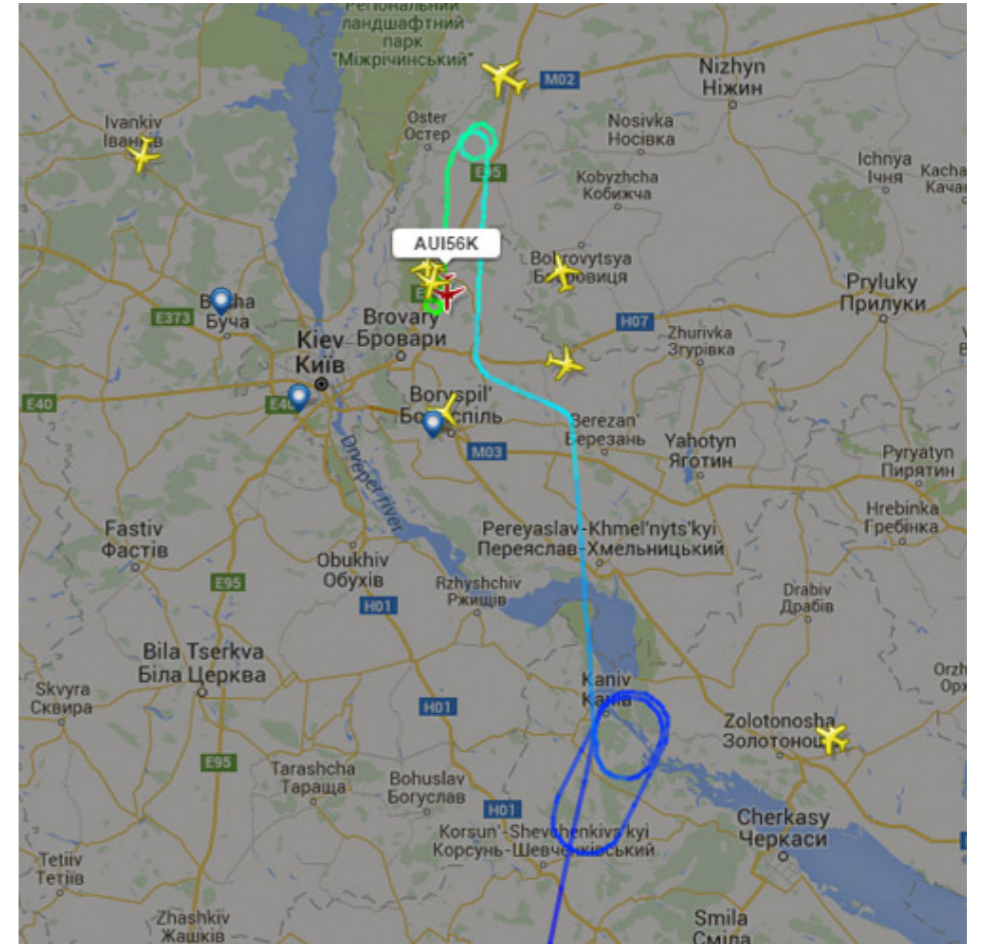
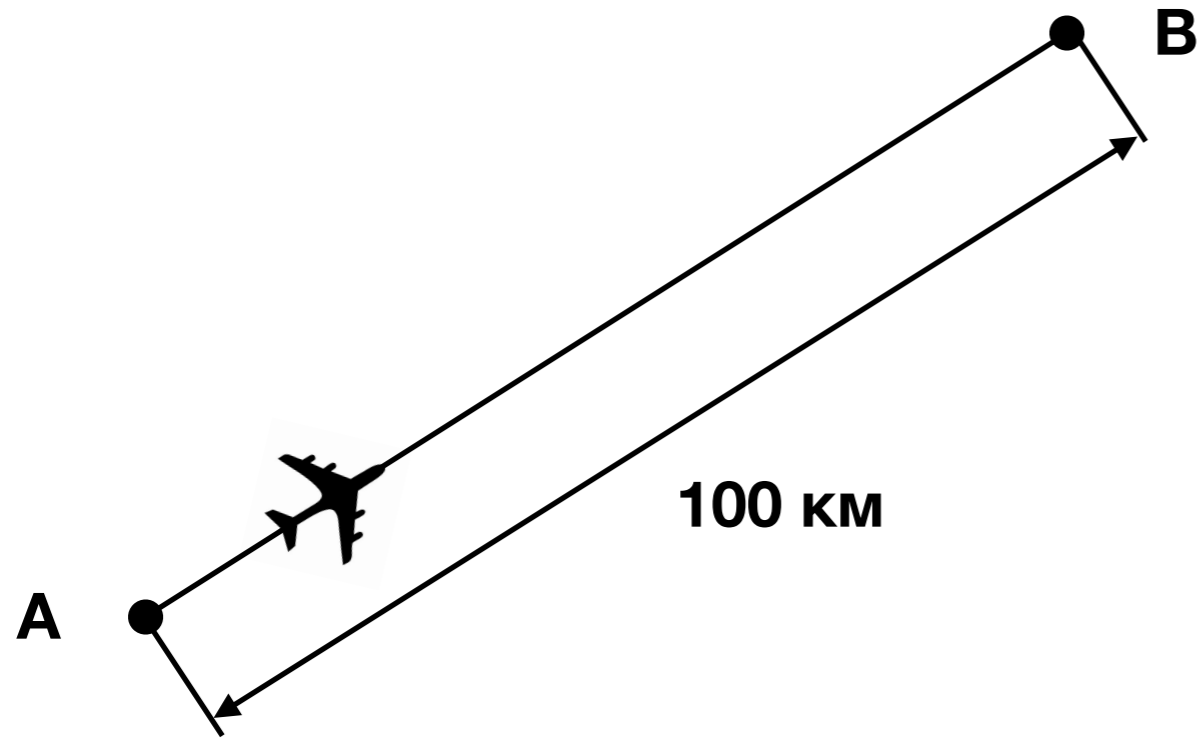
Евгений Служаев, Алексей Шпильман, Daniel Kudenko

Аэродинамические конфигурации



Различные аэродинамические конфигурации влияют на полет самолета

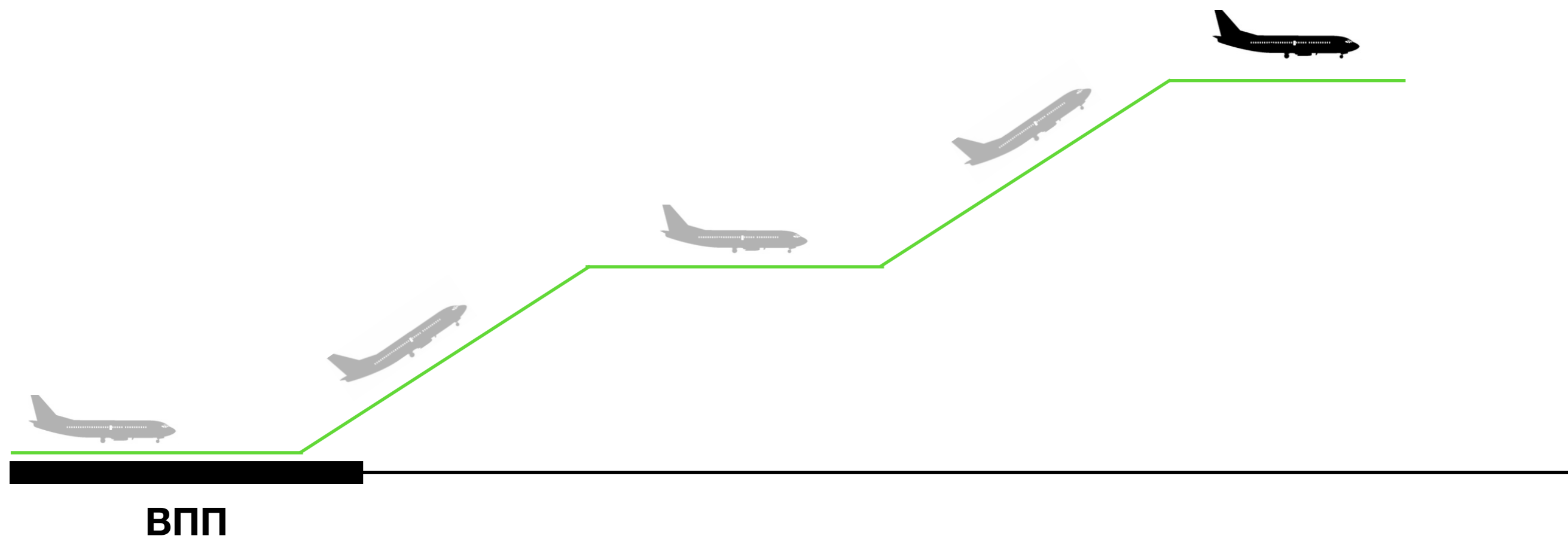
Минимизация расхода ТОПЛИВА



Минимальный расход топлива по
расстоянию

Минимальный расход топлива по
времени

Набор высоты



Для набора нужной высоты и поддержания оптимальной скорости самолет должен взлетать «ступеньками»

Цель

Глобальная цель: изучить возможность использования Reinforcement Learning для управления моделью самолета с целью минимизации расхода топлива

Текущая цель: Обучить модель, чтобы с ее помощью самолет смог прилететь с одной ВПП на другую ВПП

Задачи

- Изучить предметную область
- Разобраться с библиотекой моделирования процесса полета, разработанной компанией SimLabs
- Построение модели для обучения
- Разработать демо версию приложения для визуализации процесса полета

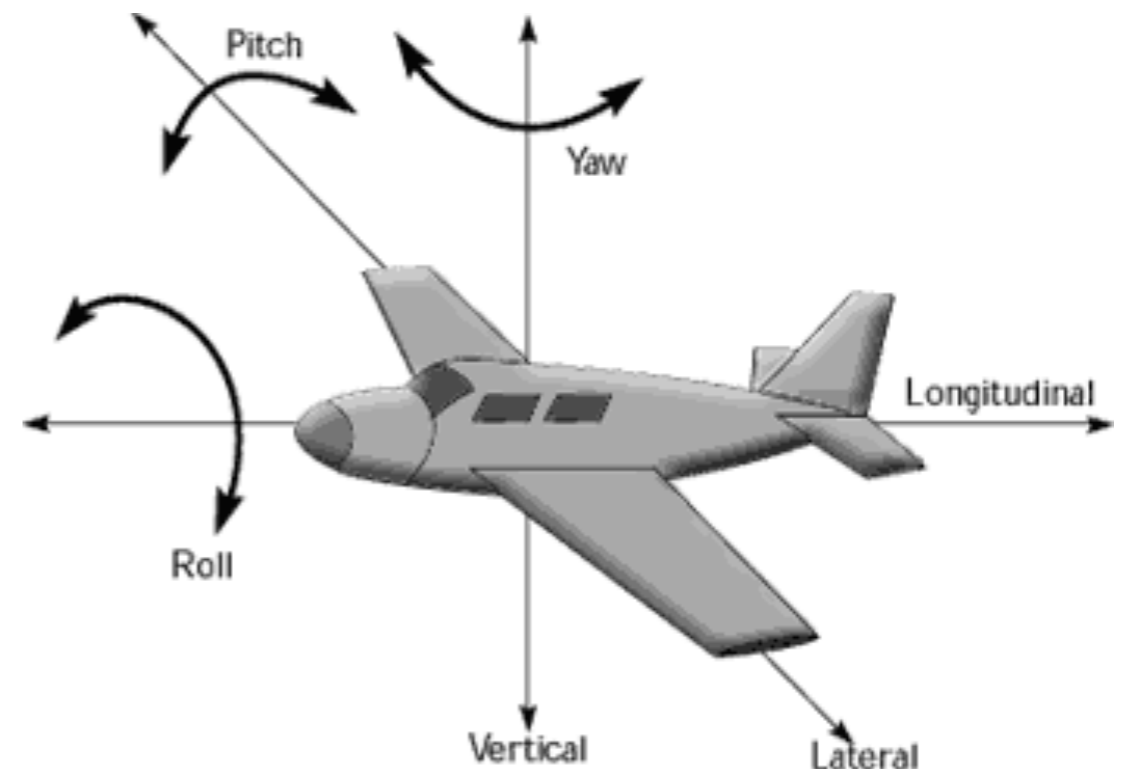
Как реализовано управление самолетом

Текущие параметры самолета:

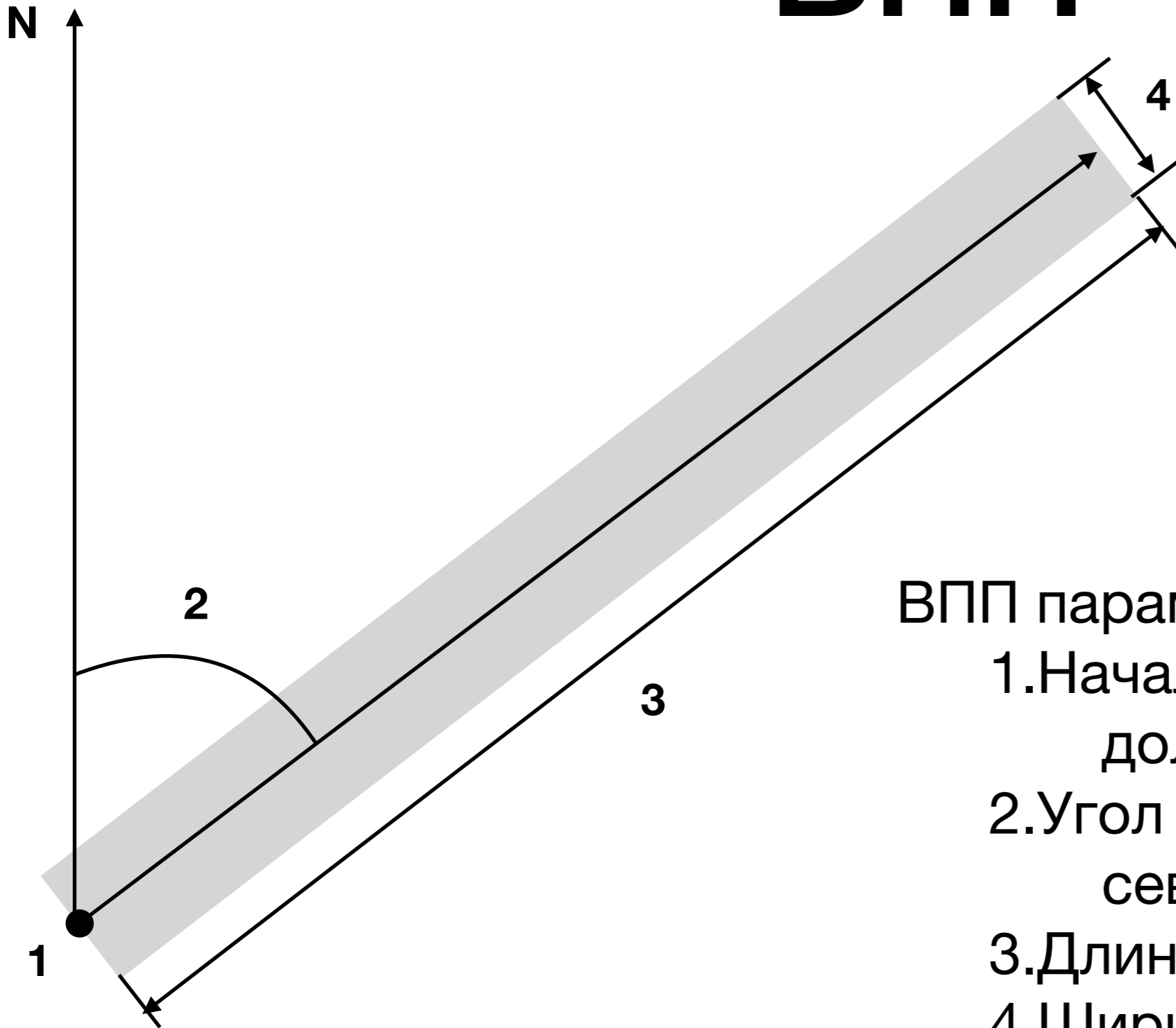
- Аэродинамическая конфигурация
- Позиция
- Угол поворота относительно севера
- Масса топлива
- Скорость
- Загрузка самолета

Управляющие воздействия:

- thrust
- pitch
- roll
- steer
- spoilers



ВПП

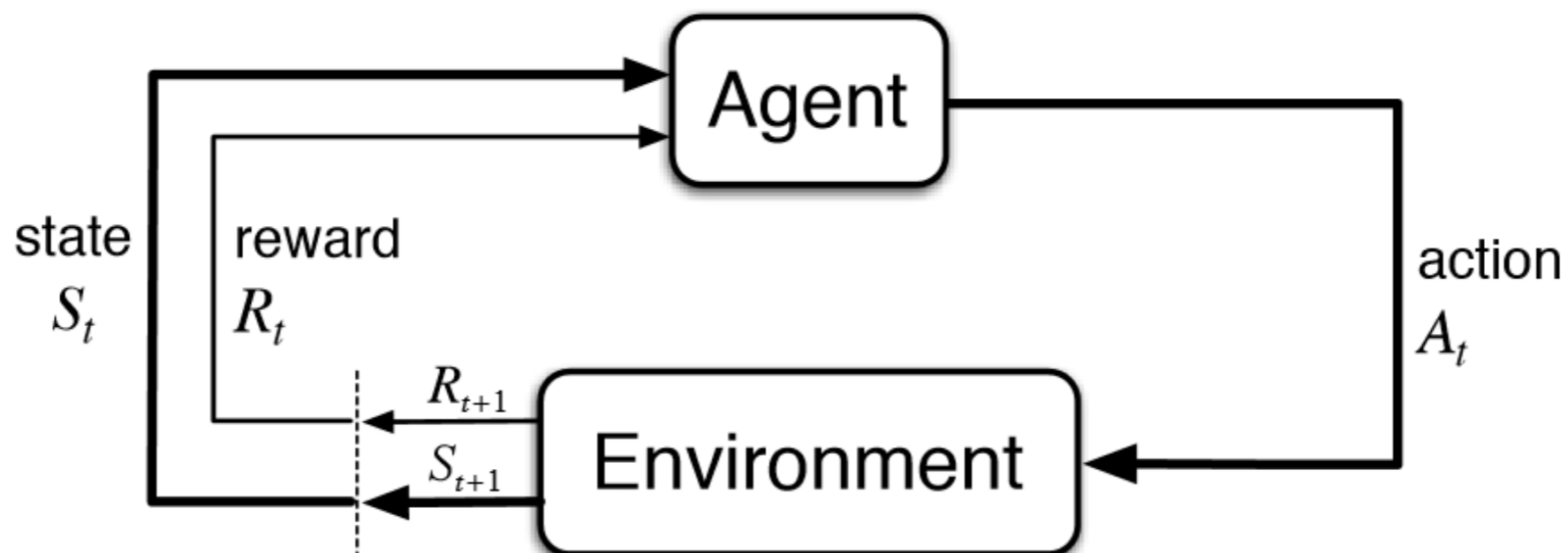


ВПП параметры:

1. Начальная точка: широта и долгота.
2. Угол наклона относительно севера.
3. Длина ВПП в метрах.
4. Ширина ВПП в метрах.

Reinforcement learning

- Один из способов машинного обучения, в ходе которого испытываемая система (*агент*) обучается, взаимодействуя с некоторой *средой*
- Агент воздействует на среду, а среда воздействует на агента



State-Action

Размер вектора состояний **107**.

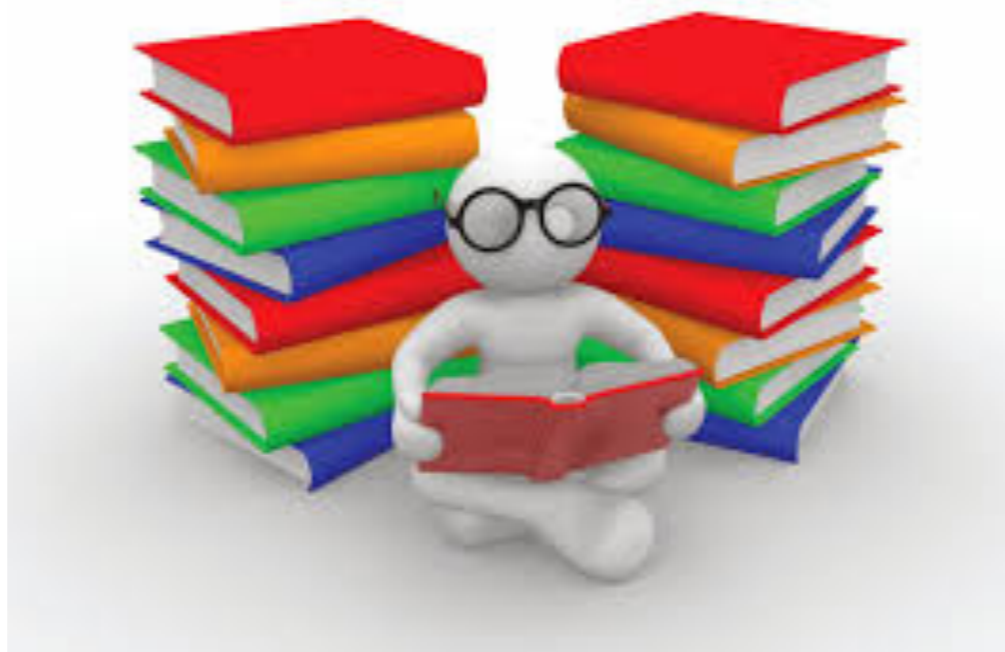
Из них **91**- аэродинамические характеристики самолета.
Остальные **16** включают в себя: состояние окружающей среды, значения управляющих воздействий и т.д.

Roll			Pitch			Spoilers			Thrust			Steer		
+0.1	-0.1	0	+0.1	-0.1	0	+0.1	-0.1	0	+1000	-1000	0	+0.1	-0.1	0

Нейронные сети

Первый вариант: одна нейронная сеть на весь полет

Результат: долго обучается нейронная сеть



Решение:

- У каждой аэродинамической конфигурации своя нейронная сеть
- Batching

Reward Function

В зависимости от действий агента, его либо поощряют, либо наказывают



Например: за падение самолета, давать отрицательную награду, а за набор высоты
положительную награду

Reward Function

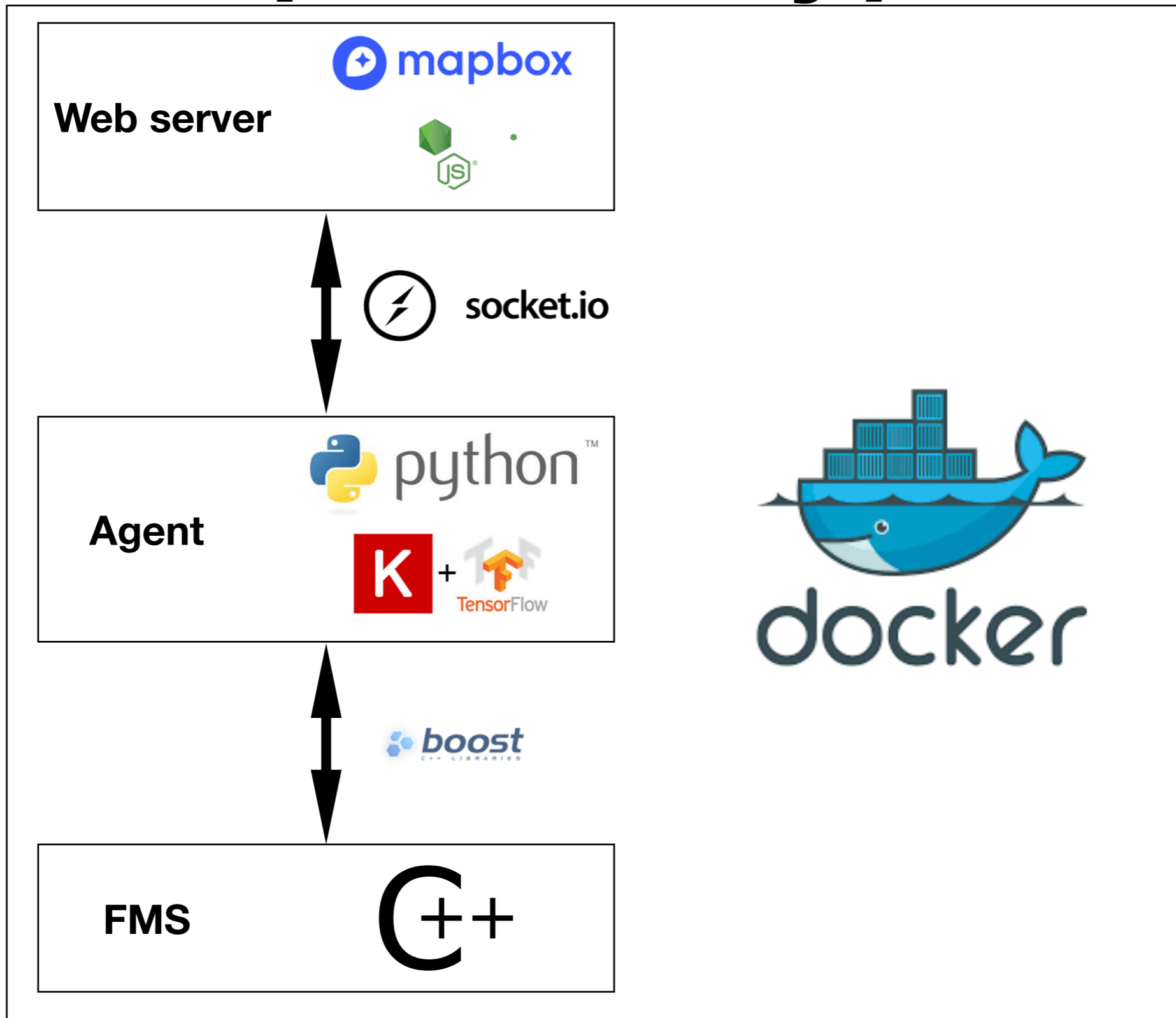
Для каждой аэродинамической конфигурации своя функция выигрыша

Почему так?



Для каждой аэродинамической конфигурации у агента своя цель (набор нужной скорости, высоты и т.д.)

Архитектура



Результат

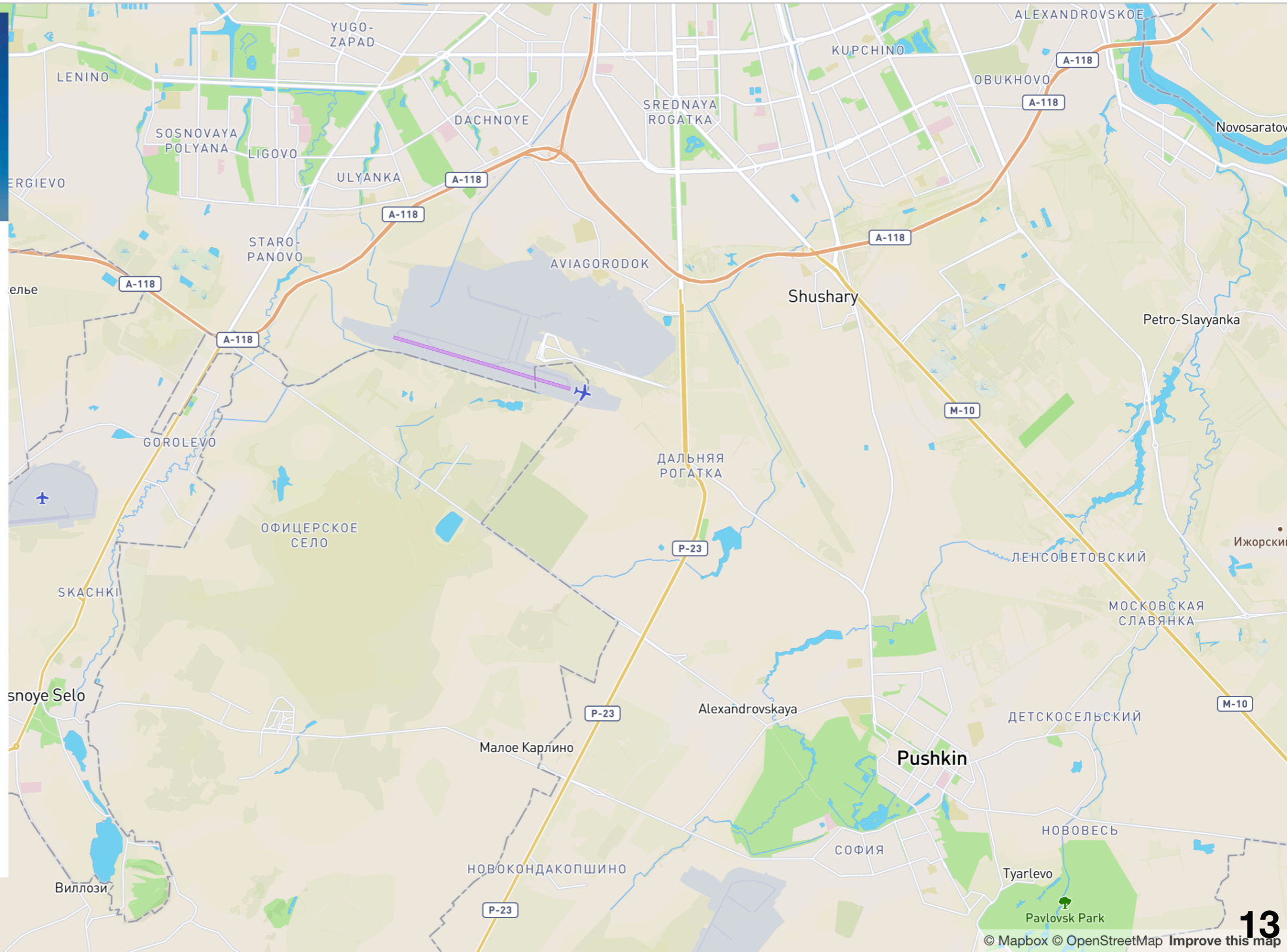


Model aircraft A306

Model: A300B4-600
Longitude: 30.287773981172293
Latitude: 59.78971116827073
Height: 189.65598814792995
Max height: 12496.800000000001
Speed: 85.01138120670018
Course: 106.25
Fuel: 24720.268073335068
Mass: 111820.26807333507
CAS: 84.25344634933325

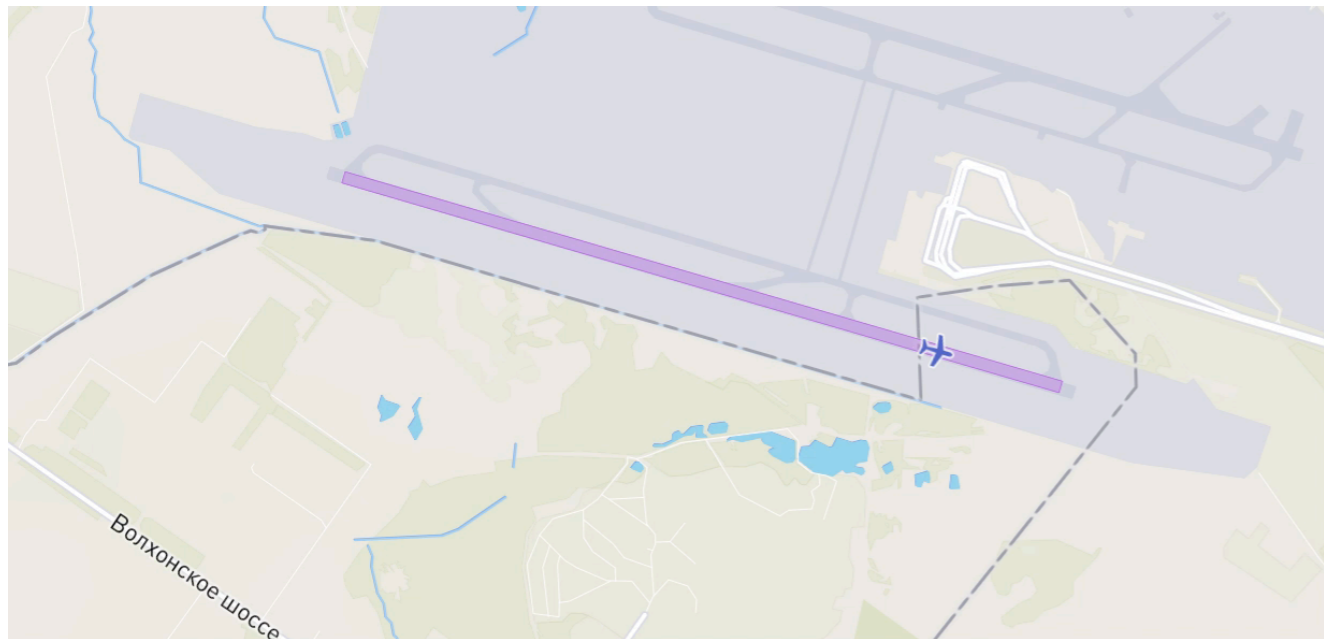
Config: initial climb
Thrust: 181996.61027031927
Steer: 0
Pitch: -10
Roll: 0
Spoilers: 1
Max thrust: 299791.37188394787
Min CAS(air): 75.07451112181998
Max CAS(air): 177.4833333333332
Min TAS: 70.56286580427377

Delta course: -27.559504017476286
Delta arrival: -39.25
Delta departure: 0
Distance: 667459.9615922816
Time: 15.600000000000009
Eps: 0.009999872311217321
Episode: 454267
Global step: 2988078



Результат

Initial Climb



Эпизод: 1000



Эпизод: 600000

Вывод

- Для определенных этапов полета агенту удастся добиться поставленной цели
- В перспективе:
 - 1.продолжить обучение других стадий полета
 - 2.применить другие подходы в обучении

Спасибо за внимание

State

- общая масса самолета
- масса топлива
- температура воздуха
- давление
- плотность воздуха
- высота самолета
- скорость самолета
- масса топлива
- roll
- pitch
- steer
- spoilers
- thrust
- разница между азимутом на конечную цель и направлением полета самолета
- разница между направлением движения самолета и углом поворота первой ВПП
- разница между направлением движения самолета и углом поворота второй ВПП
- расстояние до цели

Статья

A Reinforcement Learning Model Equipped with Sensors for Generating Perception Patterns: Implementation of a Simulated Air Navigation System Using ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) Technology

Santiago Álvarez de Toledo ¹, Aurea Anguera ², José M. Barreiro ¹, Juan A. Lara ^{3,*} and David Lizcano ³