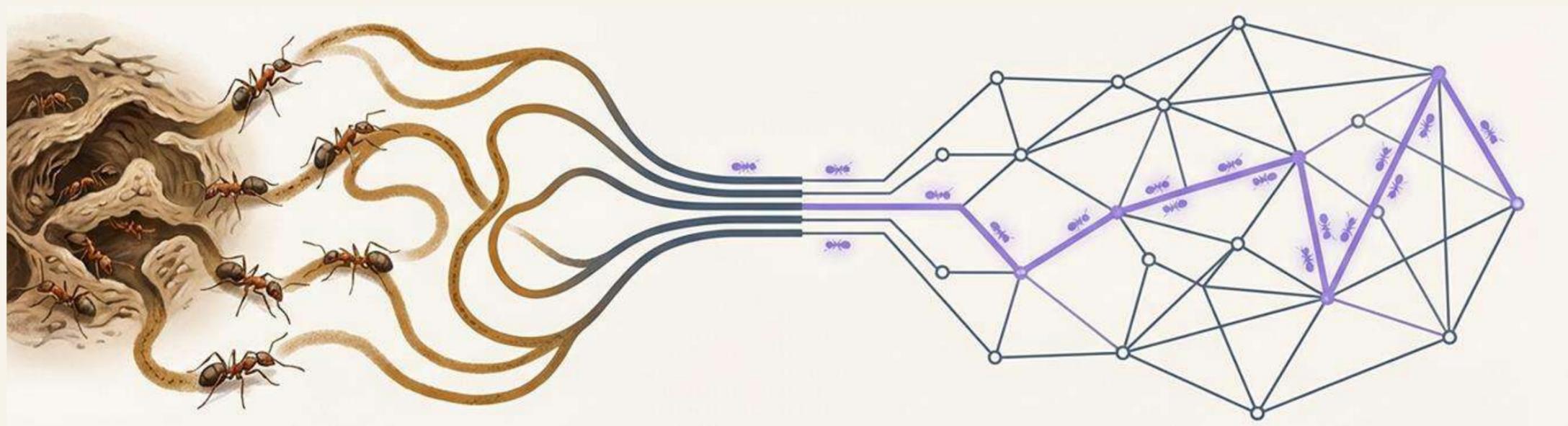


Оптимальные дорожки муравьев и математика маршрутов

Никита Корнеев 6 класс «А»

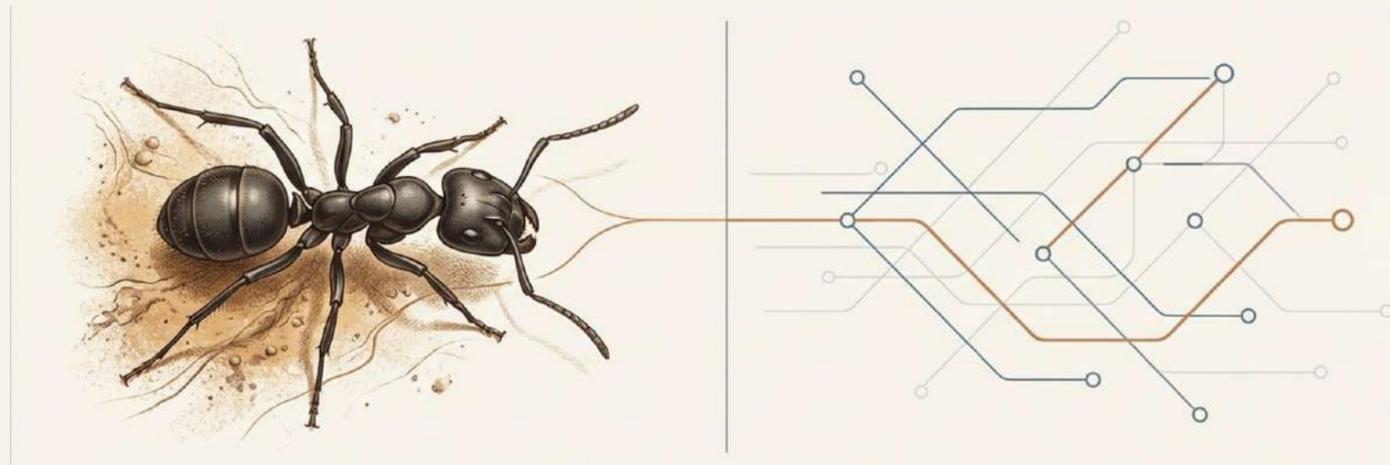
ГБОУ школа 1409

Научный руководитель: Кузнецова Светлана Владимировна



Оптимальные дорожки муравьев и математика маршрутов

От биологии к технологиям, которые мы используем каждый день.



Актуальность

Каждый день задача – как добраться быстрее?

Это важно для человека, для транспорта, для служб доставки и даже для Интернета.

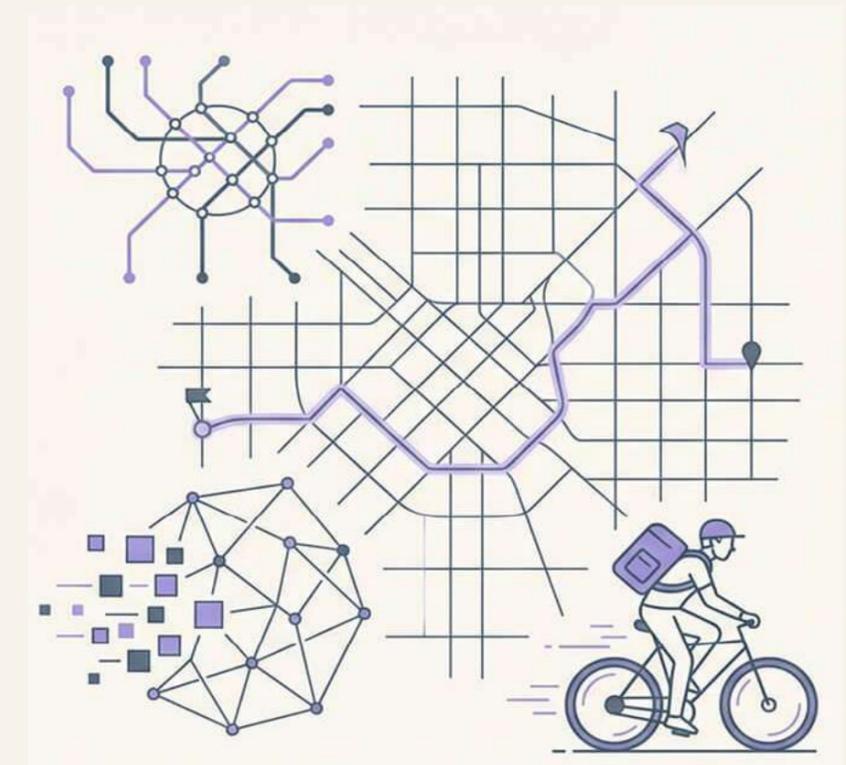
Решить задачу помогла природа, а именно способность муравьев! Она привела учёных к созданию алгоритма, который сегодня используются в логистике, городском планировании и IT.

Цели и задачи моей работы

Цель работы – показать, что простые правила поведения муравьёв превращаются в математический алгоритм, который применяется в реальной жизни и каждый из нас ежедневно им пользуется.

Задачи:

1. Изучить, как муравьи выбирают оптимальную дорожку
2. Узнать какие проводились эксперименты
3. Провести собственный эксперимент
4. Разобрать математическую модель маршрутов
5. Показать, как на основе поведения муравьёв был создан алгоритм Ant Colony Optimization
6. Найти примеры применения муравьиного алгоритма в транспорте, логистике и интернете.



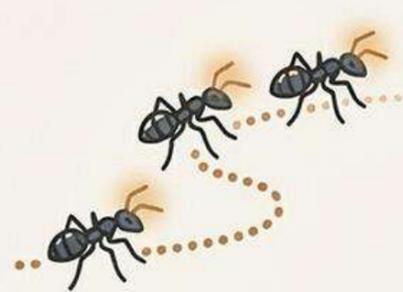
Как же они это делают без навигатора, карт и руководителя? В чем их секрет? Можем ли мы у них научиться?

Результаты исследования

Секретный язык муравьев – феромоны



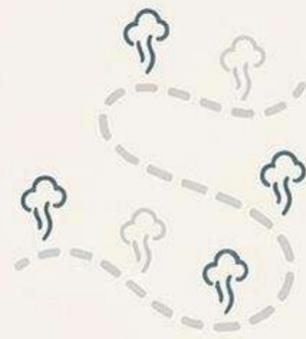
Муравей оставляет за собой феромонный след



Другие муравьи чувствуют след усиками и бегут по нему, усиливая феромонный след



Ключевое: чем короче путь, тем быстрее муравьи проходят его и тем сильнее концентрация феромона



Правило: феромон испаряется! Длинные маршруты «выветриваются».

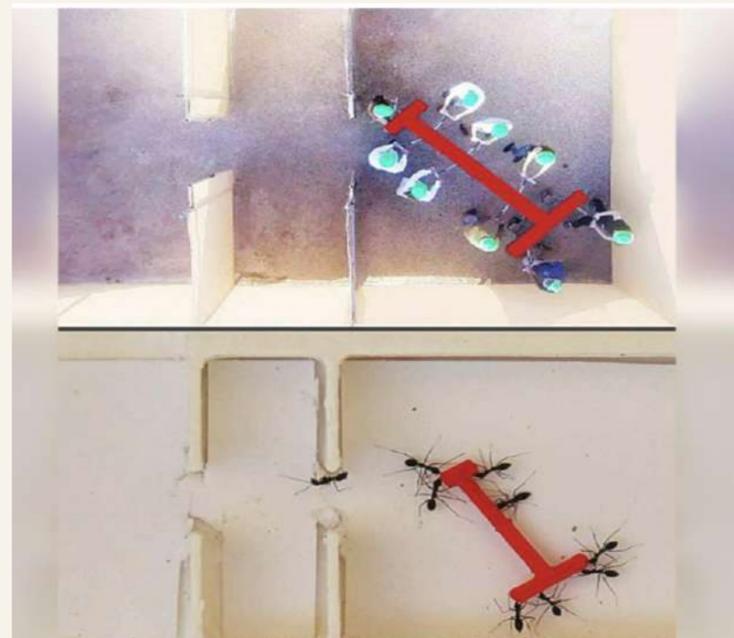


Методы, использованные в работе:

- Изучение теории
- Наблюдение и эксперимент
- Практический обзор

Так муравьи коллективно находят оптимальный путь без лидеров, без карт.
Это и стало основой муравьиного алгоритма

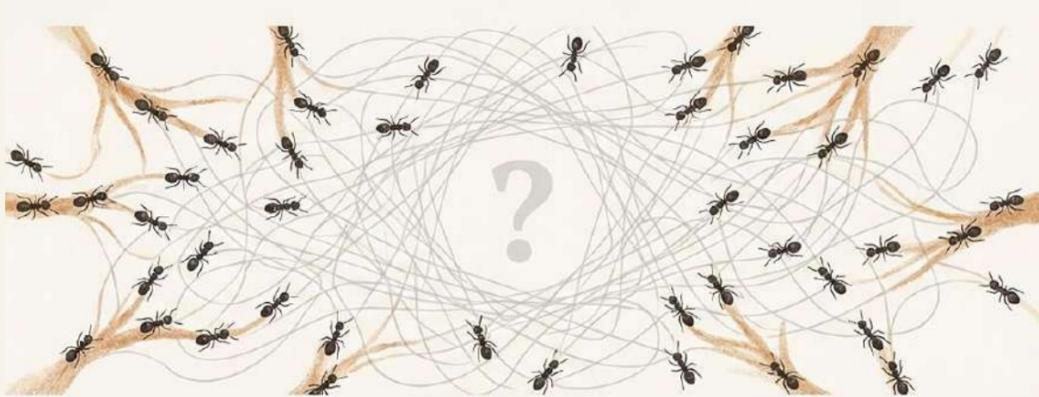
Эксперимент, который удивил мир



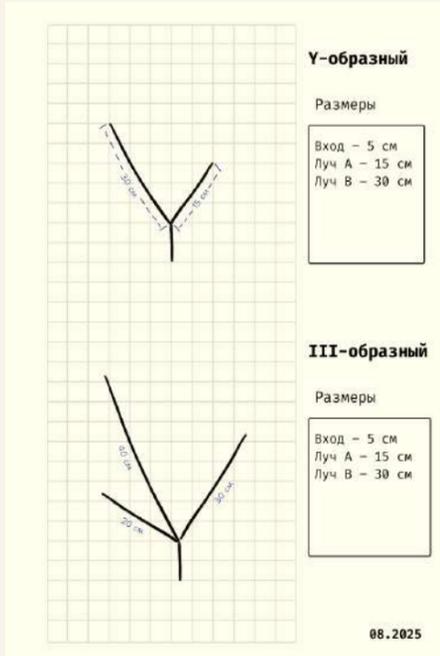
В декабре 2024 года перед командой людей и муравьёв ученые поставили одинаковую задачу: перенести Т-образный предмет через лабиринт. Людям запретили говорить и жестикулировать.

Муравьи справились лучше!
Это стало доказательством эмерджентности

Мой эксперимент



Я тоже провёл свой эксперимент: изготовил два лабиринта и проследил найдут ли муравьи кратчайший путь, сколько потратят времени.



Через 14 минут (Y-образный) и 43 минуты (трезубец) появилась устойчивая дорожка по самому короткому пути.

Эксперимент подтвердил: муравьи действительно находят оптимальный маршрут только благодаря феромону

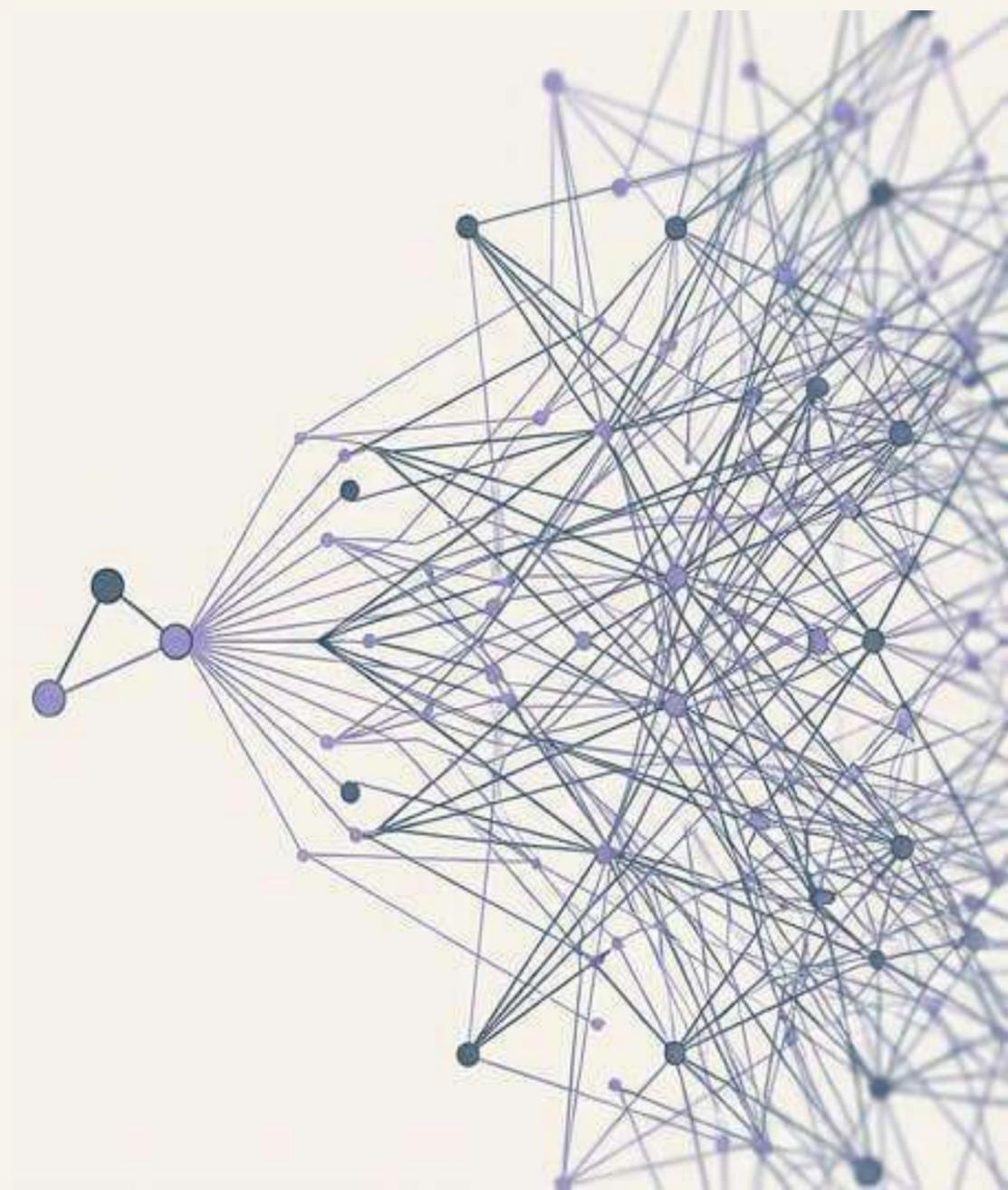
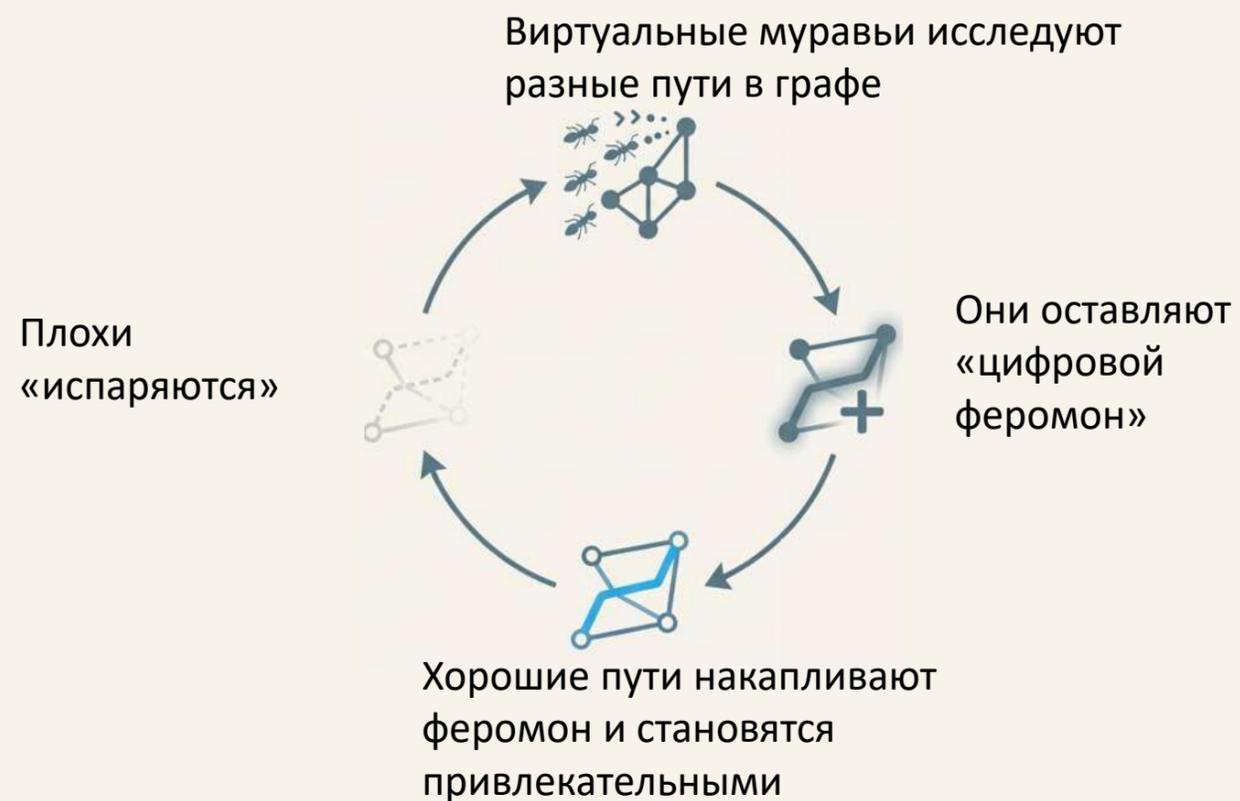
Маршруты на языке математики

Любой город, любая транспортная сеть и Интернет – это огромный граф.



Поиск кратчайшего пути по графу – это задача оптимизации. Но в реальном мире все гораздо сложнее (пробки, удобное для клиента время и тд.) так появилась необходимость в гибком алгоритме.

Муравьиный алгоритм (Ant Colony Optimization)

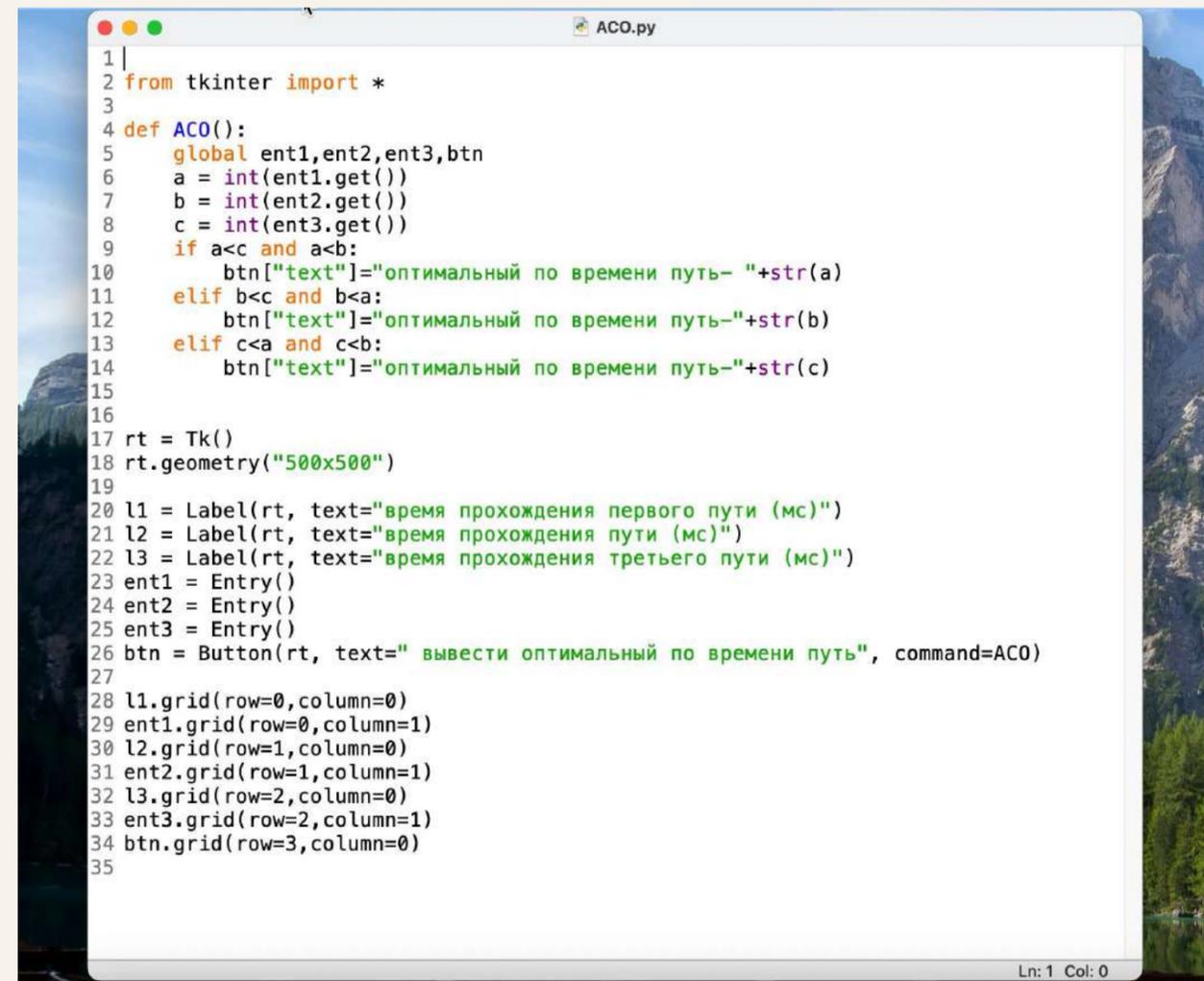


Моя модель выбора оптимального маршрута

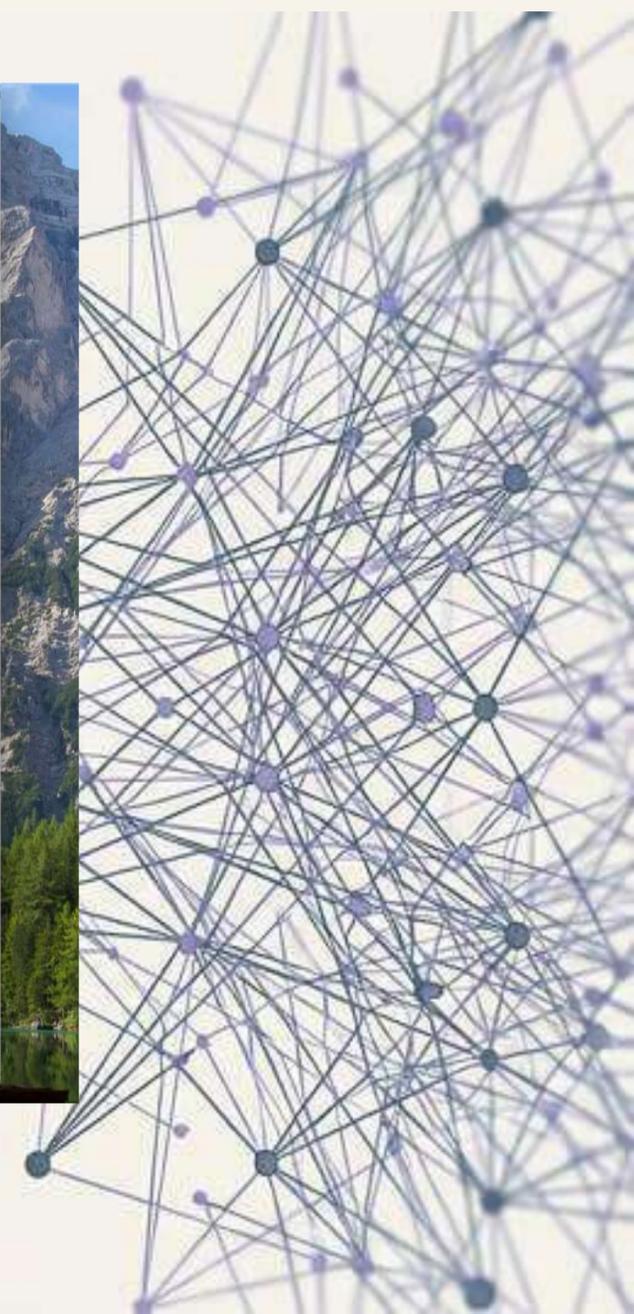
Я написал код в Python, небольшую программу. Программа сравнивает три возможных маршрута и выбирает наиболее оптимальный.

```
1 |
2 from tkinter import *
3
4 def ACO():
5     global ent1,ent2,ent3,btn
6     a = int(ent1.get())
7     b = int(ent2.get())
8     c = int(ent3.get())
9     if a<c and a<b:
10        btn["text"]="оптимальный по времени путь- "+str(a)
11    elif b<c and b<a:
12        btn["text"]="оптимальный по времени путь-"+str(b)
13    elif c<a and c<b:
14        btn["text"]="оптимальный по времени путь-"+str(c)
15
16
17 rt = Tk()
18 rt.geometry("500x500")
19
20 l1 = Label(rt, text="время прохождения первого пути (мс)")
21 l2 = Label(rt, text="время прохождения пути (мс)")
22 l3 = Label(rt, text="время прохождения третьего пути (мс)")
23 ent1 = Entry()
24 ent2 = Entry()
25 ent3 = Entry()
26 btn = Button(rt, text=" вывести оптимальный по времени путь", command=ACO)
27
28 l1.grid(row=0,column=0)
29 ent1.grid(row=0,column=1)
30 l2.grid(row=1,column=0)
31 ent2.grid(row=1,column=1)
32 l3.grid(row=2,column=0)
33 ent3.grid(row=2,column=1)
34 btn.grid(row=3,column=0)
35
```

Видео как работает код:



```
1 |
2 from tkinter import *
3
4 def ACO():
5     global ent1,ent2,ent3,btn
6     a = int(ent1.get())
7     b = int(ent2.get())
8     c = int(ent3.get())
9     if a<c and a<b:
10        btn["text"]="оптимальный по времени путь- "+str(a)
11    elif b<c and b<a:
12        btn["text"]="оптимальный по времени путь-"+str(b)
13    elif c<a and c<b:
14        btn["text"]="оптимальный по времени путь-"+str(c)
15
16
17 rt = Tk()
18 rt.geometry("500x500")
19
20 l1 = Label(rt, text="время прохождения первого пути (мс)")
21 l2 = Label(rt, text="время прохождения пути (мс)")
22 l3 = Label(rt, text="время прохождения третьего пути (мс)")
23 ent1 = Entry()
24 ent2 = Entry()
25 ent3 = Entry()
26 btn = Button(rt, text=" вывести оптимальный по времени путь", command=ACO)
27
28 l1.grid(row=0,column=0)
29 ent1.grid(row=0,column=1)
30 l2.grid(row=1,column=0)
31 ent2.grid(row=1,column=1)
32 l3.grid(row=2,column=0)
33 ent3.grid(row=2,column=1)
34 btn.grid(row=3,column=0)
35
```



Алгоритм сегодня используется

Логистика и доставка

Расчет оптимальных маршрутов для доставок и курьеров



Яндекс.Метро

Построение самого быстрого маршрута с учетом пересадок и загруженности переходов



Городской транспорт

В Москве в 2024 году с помощью алгоритма скорректировано 140 маршрутов



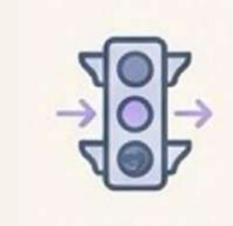
Интернет и WiFi

Обеспечение быстрой и бесперебойной связи



Умные светофоры

Динамическая регулировка потока машин



Выводы

Мой проект показал:

- как простые правила природы превращаются в математику и алгоритмы;
- как эксперимент с муравьями помогает понять работу цифровых и логистических систем;
- как даже такие маленькие существа могут вдохновлять на большие идеи.

Эта работа изменила мое отношение к муравьям. Человеку тоже, чтобы найти свой «оптимальный путь», нужно идти вперед, пробовать разное, ошибаться и снова продолжать путь.

Оригинальность проекта

- Необычное соединение биологии и математики
- В работе есть, и теория, и полевой эксперимент, и примеры из окружающей нас жизни

Спасибо за внимание!