**Начало**

Еще раз здравствуйте уважаемые преподаватели и члены комиссии. Меня зовут Погребняк Максим. Я представляю вашему вниманию мою выпускную квалификационную работу по теме: Моделирование движения транспортного потока. Работа выполнена под руководством доктора физико-математических наук Кащенко Ильи Сергеевича.

**(Клик) Постановка задачи**

Проблема транспортных потоков особенно актуальна в наше время, ведь Транспорт - одна из ключевых систем городского организма, которую по важности можно сравнить с кровоснабжением.

В рамках работы я рассмотрел некоторые уже существующие математические модели движения транспортных потоков, а также построил новую модель и с помощью компьютерных технологий применил её для моделирования движения реального транспортного потока.

**(Клик) Рассмотренные модели**

В работе я рассмотрел:

- Простую модель следования за лидером

- Модель следования за лидером от компании Дженерал моторс

- Модель разумного водителя

Все эти модели имеют общую проблему, которая заключается в том, что они плохо описывают движение первого автомобиля.

**(Клик)**

Поэтому к каждой из этих моделей добавлена модель свободного движения, которая описывает динамику одного транспортного средства.

**(Клик) Модель свободного движения**

Модель свободного движения описывает ситуацию, когда на дороге есть всего одно транспортное средство, для которого нет никаких ограничений за исключением его технических характеристик.

**(Клик)**

Из графиков видно, что автомобиль, разогнавшись до максимальной допустимой скорости, двигается с ней до наступления времени торможения, а затем снижает свою скорость и останавливается.

**(Клик) Модель следования за лидером**

В простой модели следования за лидером описывается динамика уже нескольких автомобилей, причём позади идущий автомобиль подстраивает свою скорость относительно впереди идущего, а первый автомобиль, как вы можете заметить, двигается согласно уравнению свободного движения.

**(Клик)**

В целом данная модель показывает корректную динамику и является простой, так как зависит лишь от скоростей автомобилей и не учитывает расстояние между ними.

**(Клик)** **Модель «Дженерал моторс»**

Простая модель была улучшена инженерами из компании Дженерал моторс. Они добавили дополнительный множитель, который включает в себя эмпирически подбираемые параметры и учитывает расстояние между автомобилями.

**(Клик)**

В случае удачного выбора новых параметров модель согласуется с реальными данными.

**(Клик)**

Но в случае их неудачного выбора, модель полностью перестает им соответствовать. Это видно из графиков, представленных на слайде.

**(Клик)** **Модель «разумного водителя»**

В настоящее время наиболее популярной моделью является модель “разумного водителя”. В этой модели отсутствует запаздывание, что существенно упрощает её, но в тоже время присутствует большое количество параметров, которые усложняют модель.

**(Клик)**

Но, к сожалению, эта модель даёт некорректную динамику. Это демонстрируют графики, на которых видно, что все автомобили начинают двигаться одновременно, они не достигают максимальной скорости, а также подъезжают вплотную друг к другу во время остановки.

**(Клик)** **Рассмотренные модели:**

Таким образом все рассмотренные модели обладают рядом недостатков, из-за чего возникла необходимость в построении новой модели.

**(Клик)** **Построение новой модели**

Основной идеей новой модели является разделение движения автомобиля на две разные фазы: фазу ускорения и фазу торможения, причём в конкретный момент времени автомобиль либо разгоняется, либо тормозит.

Для описания разгона использован принцип, при котором преследующий автомобиль подстраивает свою скоростью относительно впереди идущего.

А торможение зависит от разности расстояний и скоростей между самим автомобилем и впереди идущим, а также от безопасной дистанции между ними.

**(Клик)** **Построение новой модели**

Для объединения этих двух видов движения была введена релейная функция, которая переключает фазы движения в зависимости от расстояния между автомобилями. В качестве такого расстояния я использовал тормозной путь автомобиля, который рассчитывается по формуле, представленной на слайде.

**(Клик)**

Дополнительно к тормозному пути добавлена единица расстояния, для того чтобы водитель не подъехал в полную к впереди идущему автомобилю, в случае его резкой остановки.

**(Клик)** **Новая модель**

Объединив все вышесказанное и добавив начальные условия получаем новую модель движения транспортного потока. Новая модель описывает динамику всех автомобилей потока, включая первый.

**(Клик)**

Динамика модели согласуется с динамикой реального транспортного потока. Как вы можете видеть, автомобили разгоняются до максимальной скорости, а также двигаются и останавливаются с соблюдением безопасной дистанции.

**(Клик) Подбор параметров**

Прежде чем применять новую математическую модель для моделирования реального транспортного потока, была введена система единиц измерения для параметров, использующихся в модели, а также подобраны некоторые константы. Константы были определены на основе физических законов, действующего законодательства Российской Федерации, логических соображений и наблюдений за реальными транспортными потоками.

**(Клик)** **Режимы работы программы**

В ходе работы была написана программа на языке программирования Пайтон, которая моделирует некоторые дорожные ситуации, а именно,

* начало движения и остановку автомобилей
* режим работы одного светофора
* режим работы двух светофоров

**(Клик) Моделирование реальных светофоров**

С помощью программы была смоделирована работа двух реальных светофоров. Количество автомобилей, которые проезжают через реальные светофоры, было получено в ходе наблюдения за ними. Оно совпадает с количеством автомобилей, проезжающих через светофоры в программе, что подтверждает корректность новой модели, правильность подобранных параметров и согласованность с реальными наблюдениями.

**(Клик) Демонстрация**

Сейчас я продемонстрирую вам работу программы во всех трех режимах.

* На видео показана работа программы в первом режиме. Автомобили начинают движение, а затем останавливаются. Началом отсчета пройденного расстояния является начальное положение первого автомобиля, поэтому автомобили, не доехавшие до него, имеют отрицательные координаты.
* На этом видео показана работа программы во втором режиме, который моделирует работу светофора. Как вы можете заметить, во время зеленого сигнала автомобили двигаются, а во время красного останавливаются перед светофором и ждут включения зеленого сигнала.
* На последнем видео показана работа программы в третьем режиме, который моделирует работу уже двух последовательно установленных светофоров.

**(Клик) Заключение**

В ходе работы были рассмотрены уже существующие математические модели движения транспортных потоков и построена новая модель. Также в ходе работы была написана программа, работа которой демонстрирует корректность новой модели. Из работы программы видно, что полученная модель хорошо согласуется с реальными данными, а значит может быть использована в современном мире.

Моя работа позволит сделать технологии управления дорожным движением более современными, так как с помощью модели и программы, можно заранее смоделировать движение транспортного потока, а затем применить полученные результаты в реальной жизни.

**Спасибо за внимание**

Спасибо за внимание. Если у вас есть вопросы, то я с радостью на них отвечу.