**Начало**

Еще раз здравствуйте уважаемые преподаватели и члены комиссии. Меня зовут Погребняк Максим, и я представлю вам мою курсовую работу по теме “Математическое моделирование движения транспортных потоков”, выполненную под руководством Кащенко Ильи Сергеевича.

**(Клик)Постановка задачи**

Цель моей работы – это используя теоретические подходы исследования движения транспортных потоков составить математическую модель для описания движения транспортных потоков. Полученная модель должна представлять из себя набор дифференциальных уравнений и иметь практическую значимость.

**(Клик)Модель следования за лидером**

Научное исследование транспортных потоков началось еще в начале прошлого века. С того момента было создано множество теорий для описания движения потоков, но основным подходом для исследования является модель движения транспортных средств друг за другом.

Под транспортным потоком будем понимать количество транспортных средств, проследовавших определённый участок пути в течение установленного промежутка времени. В качестве транспортного средства рассмотрим автомобиль и будем называть его лидером, если за ним есть другой автомобиль, или преследователем, если перед ним есть другой автомобиль.

**(Клик)Парадигма автомобиля**

Рассмотрим парадигму автомобиля, которая основана на очень простом правиле. Так как автомобили следуют друг за другом, преследователь всегда пытается максимизировать свою скорость с двумя ограничениями: ограничением ускорения и ограничением безопасности. Под ограничение ускорения стоит понимать физические ограничения скорости и ускорения транспортного средства, а также условия комфорта, необходимые водителю. Ограничение безопасности - это то, как траектория транспортного средства зависит от впереди идущего транспортного средства.

**(Клик)Модель следования за лидером без остановки**

На экране показано дифференциальное уравнение, которое описывает ускорение транспортного средства, оно зависит от скорости движения двух соседних автомобилей, то есть водитель автомобиля должен смотреть только на впереди идущий автомобиль. Проинтегрировав это уравнение получаем следующее

**Клик1**

Под лямда понимаем безопасное расстояние между автомобилями. Это уравнение служит для описания скорости транспортного средства и зависит от положения самого транспортного средства, положения впереди идущего транспортного средства и расстояния между ними. Уравнение описывает лишь одно транспортное средство, для описания всего потока запишем его в виде разностного уравнения:

**Клик2**

Без потери общности считаем, что все автомобили имеют одинаковые технические характеристики, а все водители одинаково оценивают дорожную ситуацию и реагируют на её изменения с одинаковой скоростью и перепишем разностное уравнение в виде развёрнутой системы разностных уравнений.

**Клик3**

Таким образом получаем модель следования за лидером без остановки.

**Клик4**

Обозначения, использующиеся в системе, приведены в таблице на экране.

n – порядковый номер автомобиля в потоке

d – мощность двигателя автомобиля

v\_max – максимальная возможная скорость

tau – время реакции водителя

lambda – безопасное расстояние между автомобилями

**(Клик)График изменения скоростей λ=15, τ=1, d=0,122.**

На слайде представлен график изменения скоростей для нескольких автомобилей. Как видно из графика все автомобили разгонятся до максимальной разрешенной скорости и продолжат движение, поддерживая ее.

**(Клик)График изменения длин путей λ=15, τ=1, d=0,122.**

На этом слайде график изменения длин путей для нескольких автомобилей во время начала движения

**(Клик)Модель следования за лидером с остановкой**

Теперь, рассмотрим ситуацию, учитывающую торможение и остановку транспортного средства. Транспортные разгоняются выходят на свою максимальную допустимую скорость, и через какое-то время t\_s начинают торможение и останавливаются. Так как все транспортные средства, кроме самого первого являются преследователями, то торможение стоит рассматривать лишь для первого, остальные сами отрегулируют свою скорость, относительно него. Математически это можно записать следующим образом:

**Клик1**

Так как начало движения и набор скорости происходят аналогично предыдущему случаю, подставим данную формулу в предыдущую модель и получим модель движения транспортных средств с учётом начала торможения в момент времени t\_s и с последующей их остановкой.

**Клик2**

В этой модели скорость не зануляется полностью. Конечно, она близка к нулю, но всё же остаётся всегда положительной. При необходимости её можно занулить явно, когда она станет меньше какой-то наперёд заданной минимальной скорости транспортного средства, обусловленной техническими характеристиками.

**(Клик)График изменения скоростей =20, λ=15, τ=1, d=0,122.**

На слайде представлен график изменения скоростей для нескольких автомобилей. Как видно из графика скорости все автомобили разгонятся, а потом оттормаживаются.

**(Клик)График изменения длин путей =20, λ=15, τ=1, d=0,122.**

На слайде представлен график длин путей для нескольких автомобилей во время остановки.

**(Клик)Практическое применение**

Состояние дел в области моделирования транспортных потоков на сегодняшний день таково, что, не смотря на значительный прогресс, полное понимание природы автомобильных проблем ещё не достигнуто.

Представленные модели отлично подходят для моделирования начала движения транспорта со светофора на перекрёстках. С их помощью можно определить оптимальное время и оптимальную проходимость транспорта через светофор.

**Клик1**

Наибольшее влияние на проходимость транспортных средств через светофор оказываю мощность транспортного средства и время реакции водителя, поэтому для различных значений этих параметров для моделей составлены таблицы. В этой таблице приведено количество транспортных средств, которые пройдут через светофор за время равное 40.

**Клик1**

В этой таблице приведено количество транспортных средств, которые пройдут через светофор за время равное 40 при условии того что они начнут тормозить через половину данного промежутка времени.

**(Клик)Заключение**

На основе проведённых исследований можно сделать вывод, что теоретический подход, основанный на принципе следования транспортных средств друг за другом, позволяет построить содержательную математическую модель для описания движения транспортных потоков. С использованием этого теоретического подхода было построено две математические модели, которые имеют большую прикладную значимость. На основе этих моделей можно исследовать различные жизненные ситуации и эти исследования позволят сделать технологии управления дорожным движением более современными.

**(Клик)Спасибо за внимание**

Спасибо за внимание