

# Об одном подходе к статистическому моделированию транспортных потоков

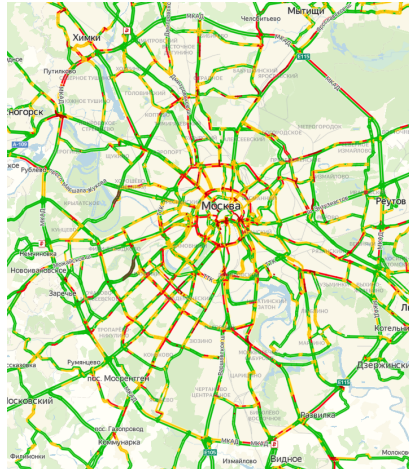
В. М. Старожилец, Ю. В. Чехович

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН, Москва,  
Россия



Москва  
2019

# Моделирование транспортных потоков



# Моделирование транспортных потоков

Два подхода к моделированию:

- 1 Макроскопические модели — нелинейные системы гиперболических уравнений для плотности и скорости потока.
- 2 Микроскопические модели — ускорение каждого автомобиля это функция скорости, расстояния до впереди идущего автомобиля (лидера) и скорости лидера.

# Мотивация

## Мотивация

- Планы ЦОДД по управляемому въезду на МКАД.
- Микроскопические модели вычислительно тяжёлые.
- Макроскопическим моделям возможно не хватает точности.

Компромисс — рассматривать вместо движения каждого отдельного автомобильно-транспортного средства (АТС) движение их групп.

## Свойства группы АТС

Свойства группы АТС на ветви  $(i, j)$  :  $\mathbf{A}_k^t = \{\text{Pos}_k, V_k, N_k\}$  :

- 1  $\text{Pos}_k$  — позиция начала группы относительно начала ветви на которой она расположена
- 2  $V_k$  — скорость группы АТС
- 3  $N_k$  — размер группы АТС из  $\mathbb{R}_{\geq 0} = \mathbb{R}_+$

Пусть теперь  $\mathbf{A}_{i,j}^t = \{\mathbf{A}_k^t\}$  — упорядоченное множество автомобильных групп на ветви  $(i, j)$ .

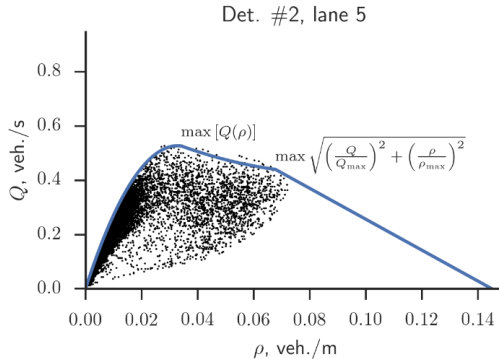
Состояние системы в момент времени  $t$

$$\mathbf{A}^t = \{\mathbf{A}_{i,j}^t\} \cup \{\mathbf{A}_{\text{out},i,j}^t\}$$

## Расчёт характеристик группы АТС

- 1 Скорость группы рассчитывается на основе плотности автомобилей на ветви автомагистрали и фундаментальной диаграммы поток-плотность.
- 2 Длина группы АТС считается линейно зависящей от ее скорости по формуле  $L = L_{avg} + a \cdot V$ .

## Пример инициализации

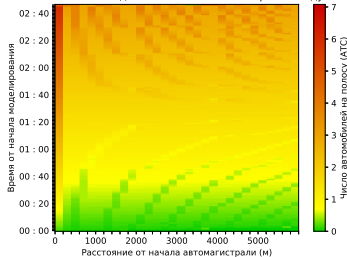


Фундаментальная диаграмма для сегмента МКАД

# Простая дорога



Число автомобилей в каждом сегменте автомагистрали каждую минуту



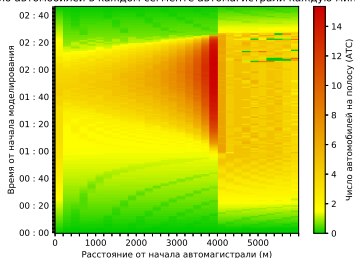
Простая дорога без перекрестков с линейно нарастающим вплоть до 150 АТС/мин потоком.



# Дорога с сужением, синусоидальный поток



Число автомобилей в каждом сегменте автомагистрали каждую минуту

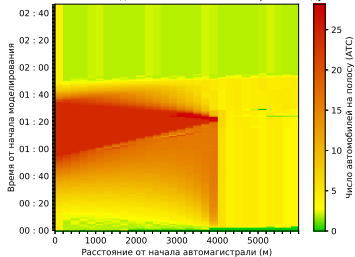


Пятиполосная дорога с сужением до двух полос. Входной поток — синусоида с периодом равным времени моделирования и амплитудой 85 АТС/мин.

# Дорога с пропадающим сужением

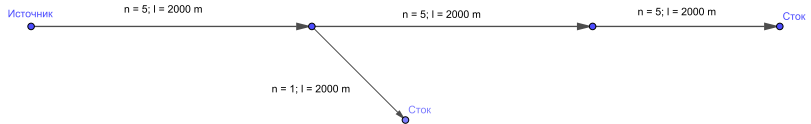


Число автомобилей в каждом сегменте автомагистрали каждую минуту

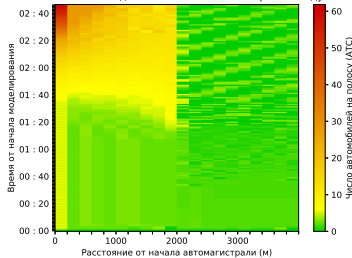


Пятиполосная дорога без перекрестков с пропадающим сужением до двух полос. Входной поток 100 АТС/мин.

# Съезд

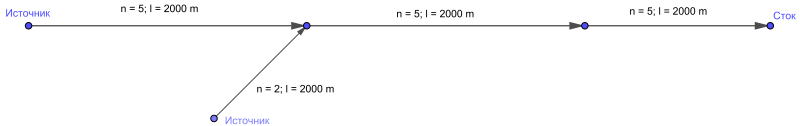


Число автомобилей в каждом сегменте автомагистрали каждую минуту

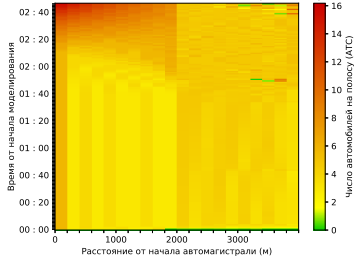


Пятиполосная дорога со съездом. Поток на автомагистрали 65 АТС/мин с линейно нарастающей долей съезжающих автомобилей с 20% до 60%.

# Въезд



Число автомобилей в каждом сегменте автомагистрали каждую минуту



Пятиполосная дорога с въездом. Поток на автомагистрали 140 АТС/мин, поток на въезде линейно растёт с 20 до 50 АТС/мин.

## Резюме

- Предложен алгоритм моделирования транспортных потоков с использованием групп автомобилей
- Проведены вычислительные эксперименты, которые показывают адекватность поведения модели в следующих ситуациях:
  - Прямые участки автомагистралей
  - Автомагистрали с сужениями
  - Пропадание сужений на автомагистрали
  - Перекрестки со съездами и увеличивающейся долей съезжающих автомобилей
  - Перекрестки с въездами и увеличивающийся поток на въезде

## Развитие модели

Требуется провести следующие эксперименты:

- Проверить зависимость точности моделирования от размера группы АТС
- Проверить зависимость точности моделирования от времени итерации
- Эксперименты с динамическим размером автомобилей.
- Эксперименты с различными ограничениями на ускорение групп АТС.

Спасибо за внимание!