



### Литература

1. Швецов В. И., Математическое моделирование транспортных потоков/ В. И. Швецов // Автомат. и телемех.- 2003. – Вып. 11.
2. Maria Stefanouli, Serafeim Polyzosa. Gravity vs radiation model: two approaches on commuting in Greece [Текст]/ Stefanouli Maria, Polyzosa Serafeim// 3rd CSUM 2016, 26 – 27 May 2016.
3. Chaogui Kang, Yu Liu, Diansheng Guo, Kun Qin. A Generalized Radiation Model for Human Mobility: Spatial Scale, Searching Direction and Trip Constraint [Текст] / Chaogui, Liu Yu, Guo Diansheng, Qin Kun // PLOS ONE, 2015.
4. Feldman O., The GEH Measure And Quality Of The Highway Assignment Models, European Transport Conference At: Glasgow, October 2012

В.Д. Демина, О.В. Ермилина

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ И ДИНАМИКИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

(Пензенский государственный университет)

Все возрастающая интенсивность транспортных потоков в городах, делает актуальным применение математических методов, позволяющих осуществлять их автоматическое управление на основе использования методов современной теории управления. Это позволяет обоснованно давать рекомендации по управлению автомобильными потоками с целью предотвращения аварийных ситуаций и снижения вероятности возникновения транспортных заторов.

Система управления транспортными потоками является классическим примером сложной системы с присущими ей свойствами: наличием цели управления; большими размерами по числу выполняемых функций; сложным, вероятностным и динамическим поведением; необходимостью высокой автоматизации управления.

В теории и практике регулирования уличного движения сложились два направления работ, отражающих структуру дорожно-транспортной сети больших городов. Эти два направления различаются изучаемым объектом. Это может быть либо отдельный перекресток, либо система перекрестков.

Для этого по экспериментальным данным была проведена регистрация плотности транспортных потоков на двух разных перекрестках. На рис. 1 по оси абсцисс откладывается число транспортных средств, проехавших мимо наблюдателя в течении 5 секунд, по оси ординат – дискретное время с шагом дискретизации также 5 секунд.

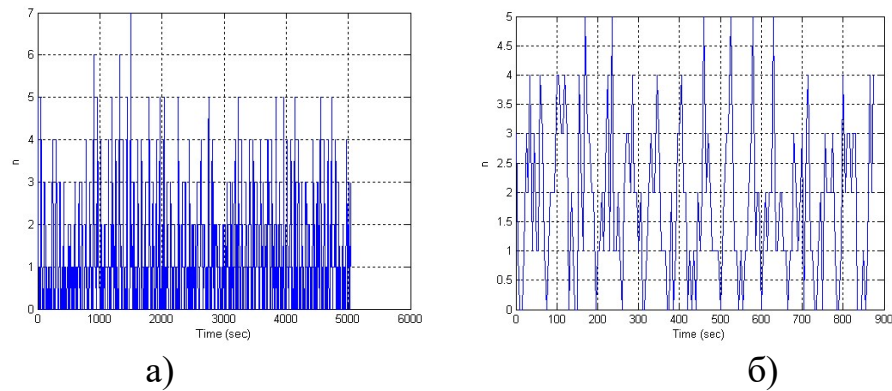


Рисунок 15 – Плотности транспортных потоков

Оценка математического ожидания транспортных потоков рассчитывается по формуле

$$\hat{m} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt.$$

Соответственно оценки математических ожиданий для потоков равны: для первого потока  $m = 1,78$  машин, для второго потока  $m = 2,172$  машин.

Оценка дисперсии

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T [x(t) - m]^2 dt$$

Соответственно равны: для первого потока  $\sigma = 1,7588$ , а для второго потока  $\sigma = 1,7588$ .

Оценка корреляционной функции определяется по формуле:

$$R_{xx}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x_0(t)x_0(t + \tau) dt,$$

где  $x_0(t) = x(t) - \hat{m}$  - центрированный случайный сигнал.

На рисунках 2 показаны рассчитанные по временным трендам автокорреляционные функции.

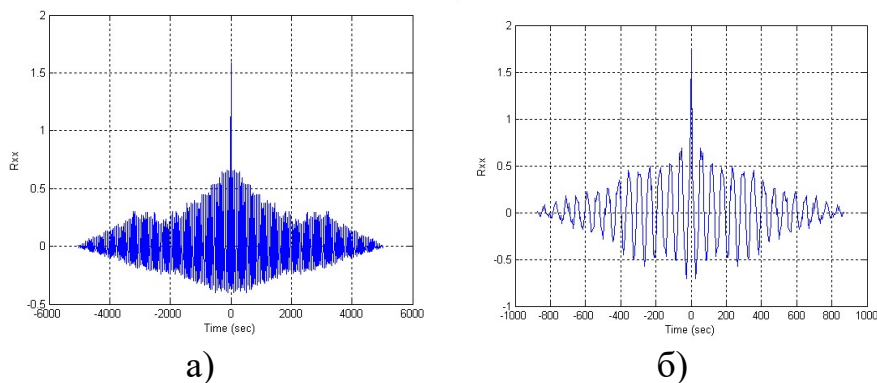


Рисунок 2 – Автокорреляционные функции транспортного потока

Для получения приемлемой точности оценок характеристик случайных процессов длительность реализации процесса по которой вычисляются оценки



должна превышать интервал корреляции. Интервал корреляции  $\tau_{\max}$  - это значение аргумента корреляционной функции начиная с которого все ее последующие значения не превышают  $(0,01 - 0,05R(0))$ . Спектральные плотности мощности транспортных потоков показаны на рисунке 3.

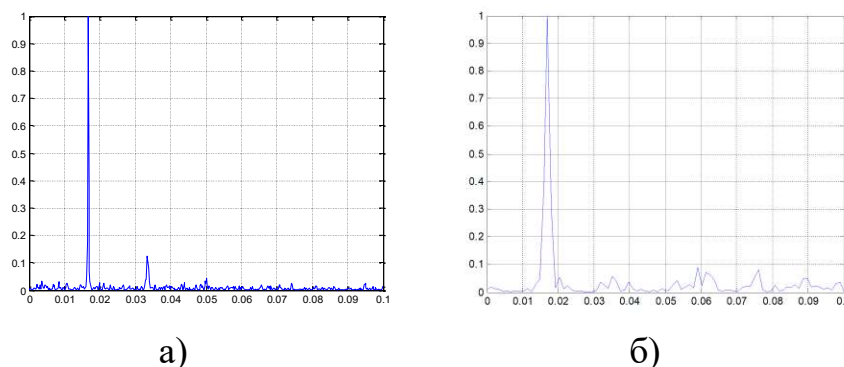


Рисунок 3 – Спектральные плотности мощности транспортного потока

На рисунке 4 показаны гистограммы распределения транспортных потоков.

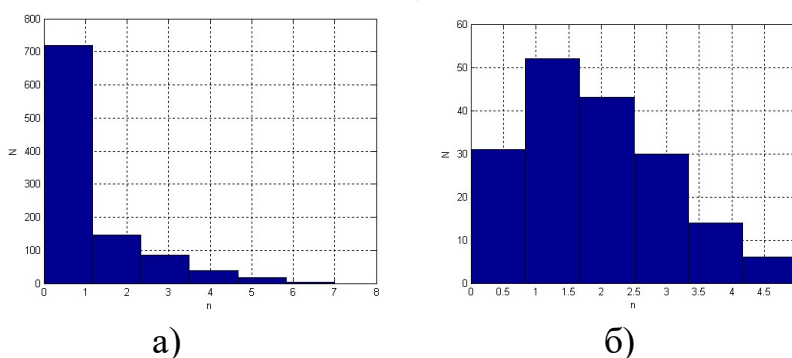


Рисунок 4 – Гистограммы распределения транспортных потоков

Анализ полученных результатов позволил установить периодичность транспортного потока, обусловленную работой светофоров.

Проверим статистическую гипотезу по критерию Колмогорова-Смирнова (также известный, как критерий согласия Колмогорова) о принадлежности эмпирического распределения, заданного гистограммами (рисунок 4), распределению Пуассона. Критерий Колмогорова-Смирнова о проверке гипотезы об однородности двух эмпирических законов распределения является одним из основных непараметрических методов, так как достаточно чувствителен к различиям в исследуемых выборках. Данная гипотеза подтвердилась, следовательно, интенсивность транспортных потоков распределена по закону Пуассона.

Модели транспортных потоков, построенные по экспериментальным данным показаны на рисунке 5.

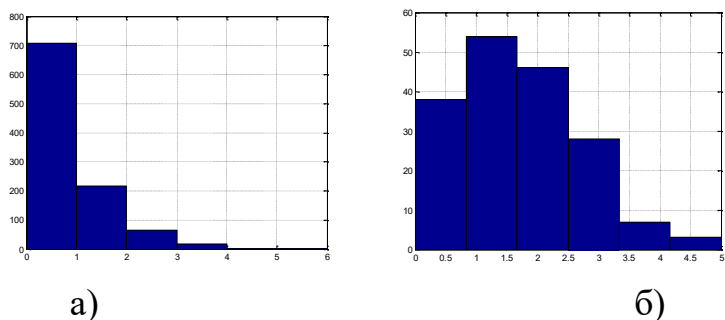


Рисунок 5 – Гистограммы распределения моделей транспортных потоков  
На рисунках б показаны рассчитанные по временным трендам автокорреляционные функции.

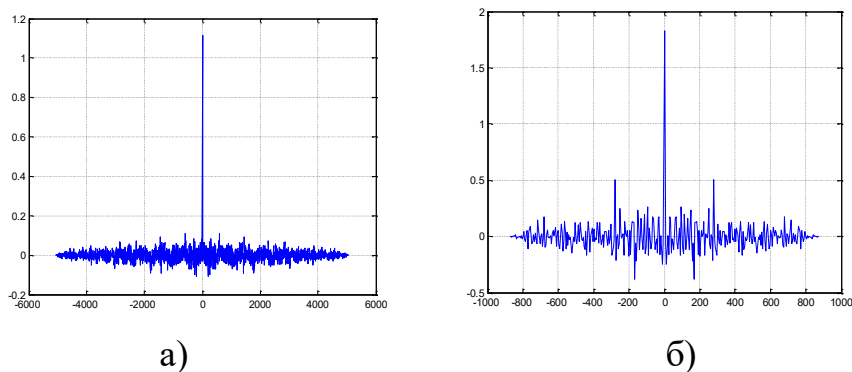


Рисунок 6 - Автокорреляционные функции моделей транспортных потоков  
Спектральные плотности мощности моделей транспортных потоков показаны на рисунке 7.

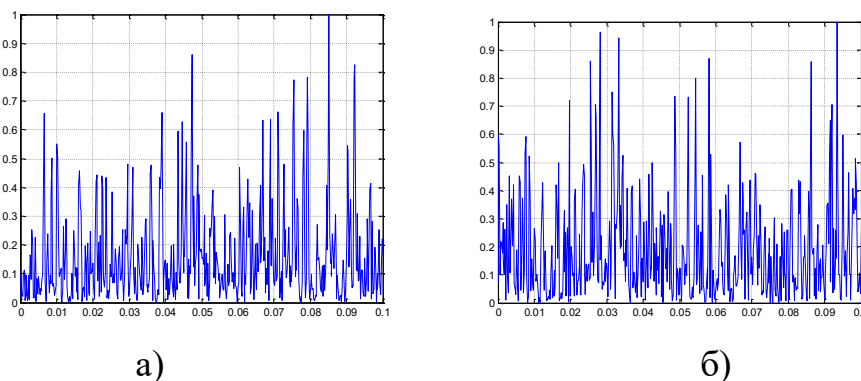


Рисунок 7 – Спектральные плотности мощности моделей транспортного потока  
На рисунке 8 показаны модели плотностей транспортных потоков.

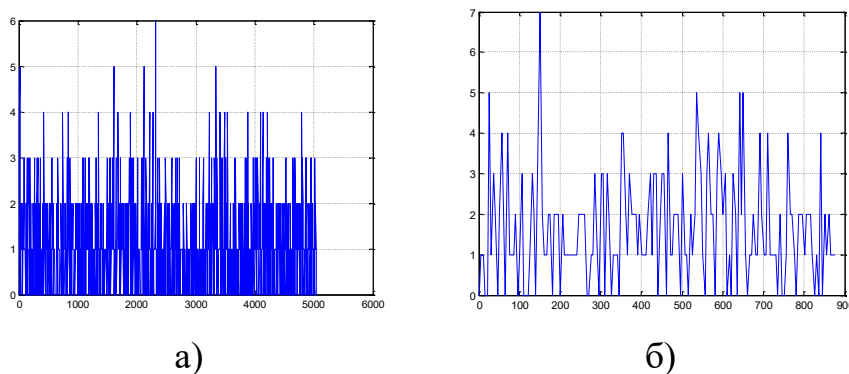


Рисунок 8 – Модели плотностей транспортных потоков



Спектральные плотности мощности моделей транспортного потока заметно отличаются от спектральной плотности мощности потока, снятого экспериментально. Рассчитаны условия возникновения автоколебаний на направлении перекрестка без возмущения и с ним. В результате расчета условия автоколебаний модель системы управления транспортным потоком на одном направлении перекрестка совпала с моделируемыми. Также было установлено, что при увеличении интенсивности транспортных средств на перекрестке отсутствует режим автоколебаний, и система теряет устойчивость.

### Литература

1. Автоматические системы транспортных средств / В.В. Беляков и др. - М.: Форум, 2016. - 352 с.
2. Бершадский, В. Ф. Основы управления механическими транспортными средствами и безопасность движения / В.Ф. Бершадский, В.И. Дудко, Н.И. Дудко. - М.: Амалфея, 2016. - 458 с.
3. Тихонов, В.И. Случайные процессы. Примеры и задачи. Т. 1 – Случайные величины и процессы: учеб. Пособие для вузов / В.И. Тихонов, Б.И. Шахтарин, В.В. Сизых. – М.: «Радио и связь», 2003. - 400 с.
4. Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. Пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.

А.Р. Диязитдинова, Е.В. Сударушкина

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОПОЛНЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КАРТ

(Поволжский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики)

### Постановка задачи

Общественный транспорт формирует важную часть производственной инфраструктуры города. Слаженное, стабильное и эффективное функционирование общественного транспорта является необходимым условием для обеспечения качественной жизни населения и устойчивого развития экономики города. Если говорить о статистике, то всего в России транспортные карты действует в 75 городах и их примерное количество составляет более 60 млн.

Большая часть населения в городах при составлении требуемых маршрутов вынуждена использовать так называемые интермодальные перевозки (включающих несколько видов транспорта), что и обуславливает необходимость использования доступного и надежного инструмента оплаты проезда, защищенного от несанкционированного доступа. Одним из таких инструментов могут выступать мобильные технологии, получившие широкое распространение в связи с доступностью смартфонов.