Интернет-торговля в РБ динамично развивается. Если в 2010 году существовало около 400 интернет-магазинов, то по состоянию на 01.07.15 насчитывается уже 16 577, большинство из которых размещается на порталах Onliner.by и Shop.by [1]. Прирост по сравнению с началом года составил 40%. 2/3 площадок находятся в Минске. Товарооборот интернет-магазинов составляет около 3,5 млрд в год, или 1,5% от общего объёма.

В среднем интернет-покупатели моложе, чем все пользователи Интернета. Как правило, это люди в возрасте 18–45 лет, при этом более 65% всех пользователей имеют опыт покупки в Интернете [2]. Чаще всего заказы совершаются в белорусских интернет-магазинах – 89% в категориях «товары для дома», «компьютерные комплектующие», «электроника». Происходит рост покупок по таким категориям, как «заказ готовой еды» и «покупка билетов». Растёт доля и в категории «одежда и обувь» благодаря китайским сервисам.

Около 60% белорусских покупателей оплачивают заказ наличными, 12% – банковской карточкой, 8% – почтовым переводом, 4% – электронными деньгами. Большая часть заказов доставляется курьерами (53%) и лишь 8% в специальных пунктах выдачи.

Из всего вышеперечисленного формируются следующие тенденции в развитии интернет-торговли: 1) рост доли e-commerce в общем белорусском рынке и числа интернет-площадок для торговли в областных и районных центрах; 2) качественное улучшение интернет-сервисов; 3) увеличение доли платежей в безналичной форме; 4) рост числа покупок, сделанных с помощью заполнения специальных форм на торговых сайтах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белорусское телеграфное агентство БЕЛТА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://qoo.by/5Lz. – Дата доступа: 04.10.2015.

2. Белорусский портал Tut.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://42.tut.by/400953. – Дата доступа: 04.10.2015.

Е.Е. ПРОЛИСКО, Г.И. ПАПШЕВ

БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ЗАГРУЗКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ «ИНФОБУС»

Рассматривается математическая модель расчета загрузки самоуправляемого общественного городского транспорта, получившая название «инфобус».

В модели учтены следующие особенности системы:

– поезд состоит из самоуправляемых вагонов, количество которых подбирается согласно загруженности линии;

– емкость вагонов, интервалы времени движения между остановками и время стоянки на остановках известны для данной системы;

– в момент отправления инфобуса из депо известно количество ожидающих на остановках клиентов и маршруты их следования;

– имеется информация об интенсивности потоков новых пассажиров для каждой из станций и вероятности их маршрутов.

Поставим задачу разработать алгоритм расчета минимального количества вагонов, которые заберут всех пассажиров с заданной вероятностью α (например, $\alpha = 99\%$).

Для момента отправления поезда известны данные о пассажирах на станциях, которые можно записать в виде матрицы корреспонденций M, элементы которой $m_{i,j}$ – количество пассажиров, севших на i-й остановке с целью доехать до j-й. Все элементы матрицы M на главной диагонали и под главной диагональю равны нулю (так как пассажир не может выйти на остановке, на которой сел в вагон, и не может ехать «назад»).

Общее количество пассажиров, садящихся на i-й остановке $m_{i\cdot}$, определяется как сумма элементов i-й строки матрицы M

$$m_{i\cdot} = \sum_{j=1}^{k} m_{i,j} = \sum_{j=i+1}^{k} m_{i,j},$$

а количество выходящих на i-й остановке, как сумма элементов i-го столбца.

$$m_{\cdot i} = \sum_{j=1}^{k} m_{j,i} = \sum_{j=i+1}^{k} m_{j,i}.$$

Тогда после отъезда от остановки с номером r количество пассажиров будет

$$s_r = \sum_{i=1}^{r} m_{i\cdot} - \sum_{i=1}^{r} m_{\cdot i} = \sum_{i=1}^{r} (m_{i\cdot} - m_{\cdot i}), \quad r = \overline{1,k},$$

где k – количество остановок. Определив по имеющимся данным величину $S = \max\limits_{r} s_r$, $r = \overline{1,k}$, можно оценить количество вагонов W, необходимых для того чтобы забрать всех пассажиров $W = \lceil S / V \rceil$, где V – ёмкость вагона, а квадратные скобки обозначают округление вверх.

Учет «дополнительных» пассажиров требует знания априорной вероятностной информации о режиме поступления этих пассажиров по каждой остановке и о распределении вероятности их «пожеланий» доехать до какой-либо из последующих остановок. При этом интервал времени от момента выхода из депо до отправления с i-й остановки Δt_i известен. Тогда по предварительным статистическим наблюдениям можно оценить значения $p_{i,n}$ – вероятности того, что за время Δt_i на i-ю остановку подойдет ровно n пассажиров ($i = \overline{1,k}$, $n = 0,1,2,\ldots$), и матрицу вероятностей Q, где $q_{i,j}$ – вероятность того, что пассажир, севший на i-й остановке, выйдет на j-й.

Рассмотрим случай, когда потоки дополнительных пассажиров являются пуассоновскими с известными интенсивностями $\lambda_i(t)$, $i = \overline{1,k-1}$ (на k-й остановке, очевидно, никто не садится). При этом сумма пуассоновских потоков с известными интенсивностями является также пуассоновским потоком, интенсивность которого равна сумме интенсивностей потоков-слагаемых, а при прореживании пуассоновского потока получается также пуассоновский поток, интенсивность которого уменьшается в соответствующее количество раз [1]. Тогда количество дополнительных пассажиров на i-й остановке будет описываться распределением Пуассона с параметром Λ_i, где

$$\Lambda_1 = \int_0^{\Delta t_1} \lambda_1(t)dt, \Lambda_i = \sum_{j=1}^{i-1}\left(\left(1 - \sum_{l=j+1}^{i} q_{j,l}\right)\cdot \int_0^{\Delta t_j} \lambda_j(t)dt\right) + \int_0^{\Delta t_i} \lambda_i(t)dt, \quad i = \overline{2,k-1}.$$

Откуда получаем распределение количества дополнительных пассажиров

$$p_{i,n} = \frac{(\Lambda_i)^n}{n!}\exp(-\Lambda_i), \; i = \overline{1,k-1}, \; n = 0,1,2,\dots .$$

Для проверки полученных соотношений были проведены имитационные эксперименты, полностью подтвердившие теоретические расчеты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков, И. А. Прикладная теория случайных потоков / И. А. Большаков, В. С. Ракошиц. – М. : Совет. радио, 1978. – 248 с.

Е.Е. ПРОЛИСКО, А.А. СТЕПАНЮК
БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА С ПОТЕРЯМИ

Транспортная инфраструктура – один из важнейших аспектов, обеспечивающих жизнь городов и регионов. В последние десятилетия во многих крупных городах исчерпаны или близки к исчерпанию возможности экстенсивного развития транспортных сетей. Поэтому особую важность приобретает оптимальное планирование сетей, улучшение организации движения, оптимизация системы маршрутов общественного транспорта. Решение таких задач невозможно без математического моделирования.

Главной задачей таких математических моделей является оценка характеристик транспортной сети, таких как интенсивность движения на всех элементах сети, объемы перевозок в сети общественного транспорта и т.д.

Рассмотрена задача оценки интенсивности транспортного потока на некотором отрезке многорядной автомагистрали. При этом исходными данными для модели будет служить накопленная на простых световых детекторах информация о потоке. Очевидно, что полученная оценка интенсивности будет тем более заниженной, чем больше плотность потоков на различных полосах и чем больше интервал времени, на который перекрывается световой поток отдельным автомобилем, поскольку за то время, пока один из автомобилей перекрывает световой луч, в его «тени» в другом ряду может двигаться другой автомобиль.

Данная задача относится к задачам анализа случайных потоков с продлевающимся мертвым временем [1]. Для случая пуассоновского потока транспорта получена аналитическая модель восстановления несмещенной оценки исходной интенсивности транспортного потока по зарегистрированной интенсивности и известному распределению длительности времени перекрытия светового луча.