

## РАЗРАБОТКА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПАССАЖИРОПЕРЕВОЗОК В ГОРОДЕ МОГИЛЕВЕ

А.В. Кулешова, В.А. Широченко

Рассмотрены методы моделирования транспортных систем для определения основных показателей с целью обеспечения качества пассажирских перевозок. Предполагаемая математическая модель позволяет получать реализации процессов перевозки. Их анализ на выходе программы дает возможность определить показатели моделируемой системы. Натурные испытания, проведенные авторами, подтвердили адекватность модели. Дальнейшие исследования позволят расширить объектную базу, уточнить параметры и разработать систему управления транспортными процессами пассажироперевозок.

Ключевые слова: логистические модели, математическое моделирование, дорожное движение.

Значимость пассажирского городского транспорта в настоящее время выражается следующими цифрами: на автотранспорт Беларуси в крупных городах приходится более 70% пассажирских перевозок, в отличие от большинства экономически благополучных стран, где эта цифра колеблется в пределах 15 – 20%.

Усиление роли транспорта, происходящее на фоне ряда проблем в этой отрасли, определяется: ростом уровня развития городов, включая численность населения; повышение мобильности населения; требованиями потребителей к повышению качества транспортных услуг — снижение временных затрат времени и улучшение условий перемещения.

Все более важным, а чаще всего решающим аргументом в конкурентной борьбе за потребителя становится качество. Эффективность же логистического менеджмента проявляется в лучшем удовлетворении требований потребителей к качеству товаров и услуг.

Основой суждения о повышении качества транспортного обслуживания населения города Могилева является ориентация на предпочтения пассажиров, что можно оценить с помощью коэффициента удовлетворенности спроса на перевозки, рассматривая основные составляющие этого показателя.

Для начала рассмотрим качество обслуживания, которое представлено на *рис. 1*:



Рис. 1 – Диаграмма сравнения показателя коэффициента удовлетворенности спроса на перевозки

Данные, полученные в результате исследований указали на ряд положительных и отрицательных сторон работы пассажирского транспорта города Могилева.

Появившись, маршрутные такси сразу же заполнили пустующую нишу на рынке транспортных услуг города. Они обеспечили достаточно высокие скорости доставки по сравнению с городским пассажирским транспортом (это может достигаться за счёт меньших габаритов и лучшей маневренности подвижного состава, более агрессивной манеры вождения), относительный уровень комфорта и предоставили широкий охват транспортной сети города [3].

Следовательно, видно, что для улучшения обслуживания пассажиров необходим пересмотр существующей структуры пассажирского транспорта города Могилева.

Целью проводимых исследований является разработка логистического механизма управления пассажирскими перевозками в крупном городе на примере Могилева. Достижение цели возможно при использовании математического механизма имитационного моделирования.

Моделирование пассажирских потоков сопряжено со значительными трудностями, вызываемыми спецификой объекта исследования (в частности, стихийность подхода и накопления пассажирских потоков, подверженность влиянию климатических, сезонных, временных и других внешних факторов).

Имитационное моделирование позволяет достаточно быстро и с высокой точностью прогнозировать характеристики реальной транспортной системы в зависимости от задания требуемого количества факторов внешней среды, оказывающих влияние на систему, а также оптимизировать данную транспортную систему путем подбора соответствующих параметров (как наиболее простой пример – увеличение (уменьшение) количества маршрутных транспортных средств на линии) [1].

Опираясь на существующий механизм имитационного моделирования, задается информационная компонента имитационной модели транспортной системы крупного района, которую составляют:

- структура транспортной сети  $Y = \{S, R, D\}$ , где  $S$  — множество остановочных пунктов,  $D$  — множество возможных перемещений транспортных единиц,  $R$  — множество всех маршрутов транспортной сети;

- матрицы корреспонденций  $\| ij \|$  включающие количественные характеристики пассажиропотоков в рамках каждого маршрута транспортной сети, где  $ij$  – интенсивность поступления пассажиропотоков с остановочного пункта с номером  $i$  на остановочный пункт с номером  $j$  в рамках маршрута;

- транспортный ресурс  $B^* = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$ , где  $N$  — общее количество транспортных единиц в транспортной сети.

Каждый маршрут в транспортной сети содержит  $\Theta\alpha$  общих (принадлежащих к другим маршрутам) и  $(N\alpha - \Theta\alpha)$  изолированных систем накопления. Требования, поступающие на  $i$ -ю изолированную систему накопления, образуют одномерный входящий поток с интенсивностью:

$$\lambda_i = \sum_{j=i+1}^{N\alpha} \lambda_{ij}, \quad i = 1, \overline{N\alpha}, \quad (1)$$

где  $\lambda_{i,j}$  — интенсивность поступления в  $i$ -ю систему накопления требований, которые затем покидают систему обслуживания за момент достижения  $j$ -ю систему ( $j < i$ ).

Среднее количество пассажиров в  $i$ -ой системе накопления, желающих получить обслуживание системами маршрута  $\alpha$ , определяется следующим образом:

$$R_{\alpha} = T_{\alpha} \frac{\sum_{i=1}^{N_{\alpha}} \lambda_{i\alpha}}{N_{i\alpha}}, \alpha = \bar{1}, \bar{L}, \quad (2)$$

Среднее время ожидания пассажирами  $i$ -ой системы накопления рассчитывается по формуле:

$$\tau_i^{wait} = t_i^{\Delta} / 2, i = \bar{1}, \bar{N}_{\alpha}, \quad (3)$$

где  $t_i^{\Delta}$  — интервал времени между поступлениями на  $i$ -ую систему накопления двух, следующих друг за другом, обслуживающих систем [4].

Время ожидания посадки в автобус является одной из основных составляющих затрат времени на передвижение и, следовательно, важной характеристикой качества обслуживания пассажиров. Поэтому оценка затрат времени пассажира на ожидание посадки в автобус это, по сути дела, оценка эффективности организации работы маршрута, включая качество диспетчерского управления.

Приведенное формализованное описание было положено в основу моделирующего алгоритма деятельности транспортной системы города Могилева с учетом особенностей пассажиропотоков в крупных районах.

Для разработки модели, описывающей транспортную сеть на микроуровне, предлагается использовать пакет *AnyLogic*. Основными возможностями данного программного продукта является применение арсенала средств непосредственно из среды разработки модели, а также использование графической среды моделирования, которая поддерживает проектирование, разработку, документирование модели, выполнение компьютерных экспериментов с моделью, включая различные виды анализа — от анализа чувствительности до оптимизации параметров модели относительно некоторого критерия [2].

С помощью разработанной модели удалось построить сетку маршрута города Могилева, на основе которой выяснились возможности оперативной корректировки расписания движения автобусов. Установлено, что данные действия помогают поддержать в некоторых пределах эффективность пассажироперевозок, но имеют непреодолимые ограничения и не позволяют улучшить рентабельность маршрутов.

Результаты проведенных исследований переданы Могилевскому автобусному парку, а разработанная имитационная модель планируется адаптировать для ежегодного анализа эффективности пассажироперевозок с учетом растущего градостроительства и для своевременного принятия решений по совершенствованию маршрутов движения городских автобусов.

Выбранное направление имеет перспективы для дальнейших исследований, базирующихся на факторе возрастающей мобильности населения и росте значимости фактора затраченного времени на передвижение тем или иным способом.

#### Литература

1. Липенко, А.В. О разработке имитационной модели городских пассажирских перевозок. / А.В. Липенко, Н.А. Кузьмин, О.А. Маслова // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. — Орел, 2011 г. — т.2. — с.50-54;
2. Михайлов, А.Ю. Адаптация методов расчета остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта к современным условиям / А.Ю. Михайлов [и др.] // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. - . С-Петербург, 2006 г. — с.205-211;
3. Пыталев, О.А. Определение оптимального числа транспортных средств городского пассажирского транспорта // Вестник УрГУПС. — 2009 г. — Выпуск 4. — с.120-123.
4. Волкова, М.Н. Логистика пассажирских перевозок в крупном промышленном районе // Приазовский государственный технический университет. — 2011 г.. — с.2-3.