

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ

О.Е. Сокульский, Е.Г. Логачов, Е.Ю. Гилевская (Киев)

### Введение

На сегодняшний день организация работы на маршрутах городской пассажирской транспортной системы (ГПТС) в странах СНГ осуществляется без оценки и контроля качества обслуживания пассажиров, что приводит к незаинтересованности перевозчика в его повышении и неудовлетворенности пассажиров его уровнем. Договоры, заключенные между муниципалитетом и перевозчиком, содержат только валовые показатели пассажирооборота, которые никак не характеризуют условия, в которых осуществляются транспортные перевозки, с точки зрения пассажиров.

Ситуация усугубляется недобросовестной конкуренцией со стороны частных перевозчиков: они начинают движение на пару минут раньше, чем коммунальный транспорт, и таким образом обслуживают максимальное количество платежеспособных пассажиров. Результат – муниципальный транспорт обслуживает льготников, расходы на перевозку которых покрываются из городского бюджета. В такой ситуации, построение экономически обоснованной и прозрачной системы городского транспорта, основанной на обеспечении определенного уровня качества обслуживания пассажиров, невозможно.

### Постановка задачи

Целью исследования является разработка научно-методических основ функционирования системы управления городским пассажирским транспортом с учетом показателей качества обслуживания пассажиров.

### Методология

Проблема функционирования ГПТС с учетом экономических интересов частного или коммунального перевозчика и показателей качества обслуживания пассажиров [1, 2] может быть решена с использованием системы имитационного моделирования. Причем, как показывает анализ предметной области, целесообразно ее использовать дважды:

- 1) на этапе определения интервала движения пассажирских транспортных средств, который обеспечивает соблюдение нормативов качества обслуживания пассажиров;
- 2) на этапе функционирования системы управления городским пассажирским транспортом для определения уровня качества обслуживания пассажиров.

На первом этапе, с учетом обследования пассажиропотоков на маршруте, которые нам даны как исходные данные и которые мы не можем изменить, проводится имитационное моделирование процесса функционирования пассажирских маршрутов ГПТС с учетом показателей качества обслуживания пассажиров.

Имитационной моделью маршрута ГПТС является система массового обслуживания, в которой пассажиры описываются транзактами, остановки – очередями, пассажирские транспортные средства – многоканальными устройствами обслуживания с количеством каналов, равным паспортной пассажироместимости подвижных транспортных единиц (автобусов, троллейбусов, трамваев, составов метро или городской электрички). В процессе проведения серии имитационных экспериментов с разным количеством транспортных средств, подбирается такой интервал движения, который позволит осуществлять пассажирские транспортные перевозки с учетом показателей качества обслуживания пассажиров.

Авторы предлагают в своих исследованиях в качестве основных показателей и их нормативов использовать:

1) показатели комфортности (наличие в пассажирском транспортном средстве низкого пола и широких дверей для свободного прохода инвалидов кресел и детских колясок и допустимое наполнение салона – не более 75% от паспортной пассажироместимости);

2) показатели своевременности (максимальный интервал движения пассажирских транспортных средств в час «пик» – 10 минут, в другое время суток – 20 минут).

Модель с такими параметрами послужит в дальнейшем эталоном для сравнения с текущим состоянием дорожной ситуации на маршруте ГПТС. Кроме интервала движения, на основе результатов моделирования, можно определить и такую важную характеристику функционирования маршрута как среднее и максимальное количество пассажиров на остановках.

На втором этапе на основе данных системы мониторинга движения коммунального транспорта [3] вычисляется показатель качества обслуживания пассажиров как мера согласования между нормативным (эталонным) режимом движения пассажирского транспортного средства и его реальным движением по маршруту.

В качестве такого показателя может служить предложенный в [4] интегральный показатель качества обслуживания пассажиров как сумма стоимостных оценок суммарного времени ожидания пассажирами подвижных единиц на остановках маршрута и суммарных пассажиро-километров, которые были сделаны на перегонах маршрута с нарушением комфортности поездки пассажиров:

$$S = S_1 + S_2, \quad (1)$$

где  $S_1$  – стоимостная оценка времени, которое было потрачено пассажирами на ожидание пассажирского транспортного средства из-за нарушения расписания движения определяется как:

$$S_1 = C_{мар} \times \Delta Q_{нор}, \quad (2)$$

где  $C_{мар}$  – почасовая тарифная ставка ожидания пассажиром транспорта, ден.ед./час,  $\Delta Q_{нор}$  – суммарное время ожидания пассажирами подвижных единиц, связанное с нарушением расписания движения,  $S_2$  – стоимостная оценка нарушения прав пассажиров при осуществлении перевозок на маршруте с превышением коэффициента заполнения салона подвижной единицы определяется как:

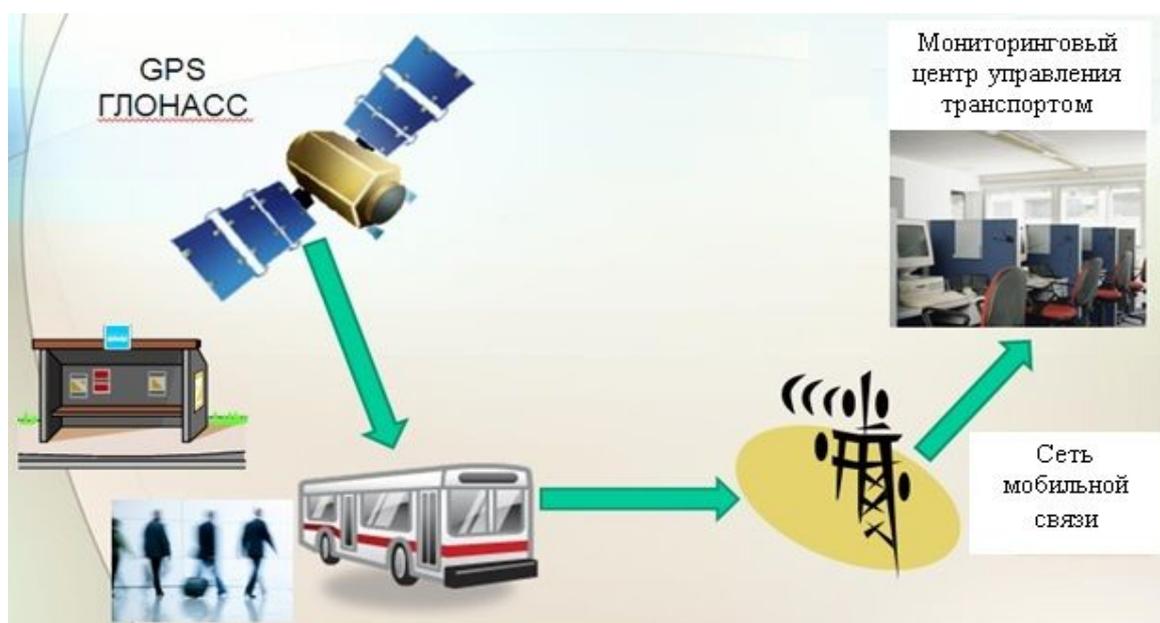
$$S_2 = \frac{K_{nac} \times C_{nac} \times K_{нор}}{\bar{l}_{ен}}, \quad (3)$$

где  $K_{nac}$  – коэффициент использования тарифа за перевозку одного пассажира на маршруте,  $C_{nac}$  – тариф за перевозку одного пассажира на маршруте, ден.ед./пас,  $K_{нор}$  – суммарные пассажиро-километры, которые были сделаны на перегонах маршрута с нарушением комфортности поездки,  $\bar{l}_{ен}$  – среднее расстояние поездки пассажиров на маршруте, км.

Для его вычисления необходимо использовать имитационную модель функционирования маршрута, в которую введены реальные данные движения по маршруту пассажирских транспортных средств. Так как пассажиропотоки остановочных пунктов для дан-

ного времени суток и дня недели остаются неизменными, то в последовательности исходных данных для модели могут изменяться только длительности перегонов между остановками, которые соответствуют реальной дорожной обстановке на улицах города.

Современные пассажирские транспортные средства имеют (или могут быть дополнительно оборудованы) GPS или ГЛОНАСС контроллерами. С помощью системы передачи данных по стандартам GSM, CDMA или спутниковой связи текущие координаты пассажирского транспортного средства и их временные метки поступают в мониторинговый центр автотранспортного предприятия (АТП) (или всей ГПТС), который осуществляет контроль за состоянием пассажирских транспортных перевозок на улицах города [5] (рис.).



**Рис. Система мониторинга движения коммунального транспорта**

Имитационное моделирование с реальными данными, которые были получены от спутниковой системы мониторинга движения коммунального транспорта (пространственные и временные метки), позволяет определить количество пассажиров, которым было отказано в посадке в пассажирское транспортное средство, а также количество пассажиров, которые были обслужены с нарушением показателей качества обслуживания на остановочных пунктах и перегонах маршрута. На основании этих данных рассчитывается интегральный показатель качества обслуживания пассажиров. Значения показателей качества обслуживания пассажиров, рассчитанные на протяжении каждого рейса с учетом взаимной связи между последовательными рейсами, позволяют в дальнейшем рассчитать его значения на маршруте, автотранспортном предприятии, ГПТС за любой временной промежуток (день, неделя, месяц, квартал, год).

Такая методика определения состояния качества пассажирских перевозок на маршруте ГПТС не требует дополнительного оборудования, кроме разработки и установки программного обеспечения, которое будет использоваться на вычислительных ресурсах мониторингового центра коммунального транспорта АТП или города. Задачей программного комплекса будет подсчет значения интегрального показателя качества обслуживания пассажиров согласно выбранного алгоритма в любой момент времени и сохранение его значения в базе данных.

---

Анализ интегральных показателей качества обслуживания пассажиров, рассчитанных с помощью средств имитационного моделирования, позволит подразделению муниципалитета, которое отвечает за функционирование ГПТС, сделать вывод о степени удовлетворенности пассажиров качеством обслуживания на городском пассажирском транспорте и выявить причины его низкого уровня.

#### **Результаты исследования**

Разработка и внедрение системы контроля качества пассажирских перевозок в городе на основе системы имитационного моделирования как подсистемы управления муниципальным транспортом с учетом проведенных исследований позволит оценить реальное состояние уровня качества пассажирских перевозок на маршрутах ГПТС, наметить и принять меры по его улучшению.

#### **Выводы**

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования состоит в том, что впервые обоснованы и предложены научно-методические и технические основы построения системы контроля качества городских пассажирских перевозок с использованием системы имитационного моделирования.

#### **Литература**

1. Розробка оптимальної організації та функціонування міської пасажирської транспортної системи в ринкових умовах : звіт про НДР (заключ.) / МОН України, Нац. транспорт. ун-т; кер. Є. Г. Логачов; викон. : Л. Струневич, Г. Москвічова, К. Гілевська [та ін.]. – К. : НТУ, 2007. – 205 с. – № ДР 0105U000665. – Інв. № 39.
2. Лігум Ю.С. Економічна модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах міської пасажирської транспортної системи / Ю.С. Лігум, Є.Г. Логачов // Науково-економічний журнал «Актуальні проблеми економіки». – 2004. – № 7. – С. 124–140.
3. Логачов Є.Г. Визначення якості обслуговування пасажирів на маршрутах МПТС на підставі даних супутникової системи моніторингу комунального транспорту / Логачов Є.Г., Сокульський О.Є., Чумакевич В.О., Гілевська К.Ю. // Зв'язок. – 2013. – № 2. – С. 69–72.
4. Логачов Є.Г. Визначення та використання вартісної оцінки неякісних транспортних послуг, що надаються перевізником на маршруті МПТС / Є. Г. Логачов, О. Є. Сокульський // Вісник Нац. транспорт. університету. – 2011. – № 24. – Ч. 2. – С. 183–188.
5. Глобальні супутникові системи навігації та зв'язку на транспорті: навчальний посібник / Л.С. Беляєвський, П.Р. Левковець, А.М. Ткаченко, Є.О. Топольський, А.А. Сердюк – К.: ДажБог, 2009. – 216 с.