

УДК 656.13

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ В ГОРОДСКОЙ КАССЕТНО-КОНВЕЙЕРНОЙ ПАССАЖИРСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЭЛЕКТРОКАРОВ

*В. Н. Шуть, Е. В. Швецова*

Брестский государственный технический университет, Беларусь  
*e-mail: lucking@mail.ru, helengood@internet.ru*

В вопросах оценки эффективности системы пассажирского общественного транспорта до сих пор нет единых подходов и выбор оценок зависит от конкретных условий перевозок и решаемых задач. Многие эксперты отождествляют эффективность пассажирских перевозок с эффективностью использования подвижного состава, т. е. осуществлением перевозок с наименьшими материальными и трудовыми затратами. Однако такая трактовка является неполной, так как функционирование в городах общественного транспорта имеет широкий спектр аспектов: от экономических до социальных и природно-экологических. Многие из этих аспектов (а также ресурсов, затрачиваемых на их достижение) слабо формализуемые либо вообще не поддаются формализации. Эффективность функционирования городской пассажирской информационно-транспортной системы кассетно-конвейерного типа на базе беспилотных электрокаров [1–3] будет рассматриваться на уровне таких аспектов, как транспортное предприятие ( $A$ ) и пассажир ( $P$ ). Поскольку перевозочный процесс в информационно-транспортной системе должен обеспечивать интересы обеих сторон, то его эффективность будет рассматриваться через минимизацию потерь транспортного предприятия и пассажиров.

Потери транспортного предприятия выражаются через неиспользованную пассажироместимость транспортного средства и количество совершенных остановок при перевозке, процесс торможения-разгона ведет к потерям энергоресурсов и износу механизмов транспортного средства. Потери пассажира – это время ожидания транспортного средства и время в пути (время поездки).

Неиспользованная пассажировместимость транспортного средства будет выражаться через коэффициент неиспользованной пассажировместимости транспортного средства  $K_{HB}$ , определяющийся как разность единицы, и коэффициент использования пассажировместимости транспортного средства  $K_{ИБ}$ .  $K_{ИБ}$  – коэффициент использования вместимости транспортного средства определяется как отношение фактического количества выполненных пассажиро-километров к предоставленным место-километрам [4]:  $K_{ИБ} = (\sum_{i=1}^{k-1} q_i l_i) : (VL)$ , где  $q_i$  – число пассажиров на перегоне  $i$ ,  $l_i$  – длина перегона  $i$ ,  $V$  – объем транспортного средства,  $L$  – длина маршрута. Тогда  $K_{HB} = 1 - K_{ИБ} = 1 - (\sum_{i=1}^{k-1} q_i l_i) : (VL)$  есть показатель неиспользованной пассажировместимости транспортного средства при перевозке пассажиров.

Потери транспортной системы от процесса торможения-разгона будут выражаться через величину  $K_{OCT}$ , определяющуюся как отношение числа совершенных транспортным средством остановок при перевозке к числу всех остановок маршрута:  $K_{OCT} = |J_n| : k$ , где  $k$  – число остановок маршрута,  $|J_n|$  – мощность множества остановок, сделанных инфобусом  $n$ , при реализации плана перевозки.

Потери пассажиров будут выражаться через коэффициенты:

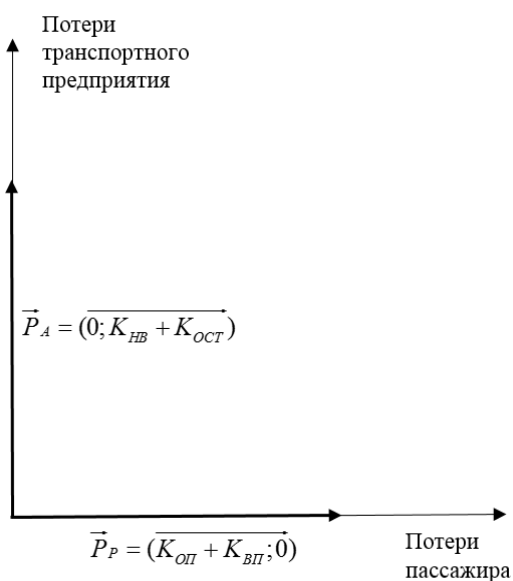
$K_{OP}$  – коэффициент времени ожидания пассажира, определяющийся как отношение среднего времени ожидания пассажиров перевозки транспортного средства (в минутах) к нормативному времени ожидания  $T_{HBO}$  (10–20 мин):  $K_{OP} = T_{cp} : T_{HBO}$ ;

$K_{III}$  – коэффициент продолжительности поездки, который определяется из соотношения  $K_{III} = (\sum_{i=1}^n \frac{T_{BIII_i}}{T_{BIII_i^*}}) : n$ , где  $n$  – число всех пассажиров, участвующих в плане перевозки;  $T_{BIII_i}$  – время поездки  $i$ -го пассажира при реализации плана перевозки транспортного предприятия (транспортное средство останавливается не на всех остановках);  $T_{BIII_i^*}$  – время поездки  $i$ -го пассажира, если бы транспортное средство в ходе следования по маршруту останавливалось на всех остановках.

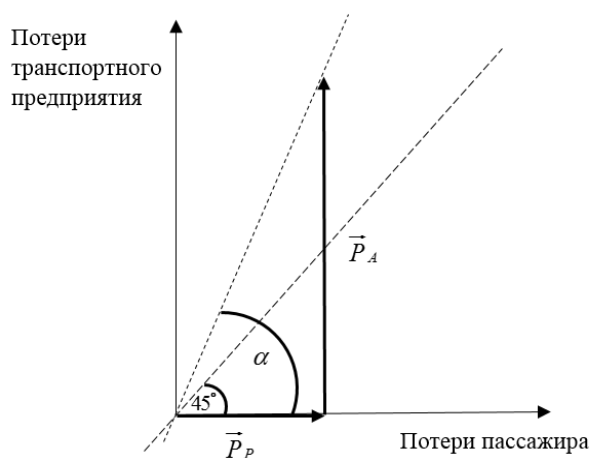
Введем вектор потерь транспортного предприятия  $\vec{P}_A = (0; K_{HB} + K_{OCT})$  и вектор потерь пассажира  $\vec{P}_P = (K_{OP} + K_{III}; 0)$ , (рисунок а).

Величину отношения модуля вектора потерь транспортного предприятия к модулю вектора потерь пассажира, равную тангенсу угла  $\alpha$  (рисунок б), назовем коэффициентом баланса потерь перевозки –  $K_{БП} = \operatorname{tg}\alpha = \left| \vec{P}_A \right| : \left| \vec{P}_P \right|$ . Величина отражает соотношение потерь транспортного предприятия и пассажира в общих потерях перевозки.

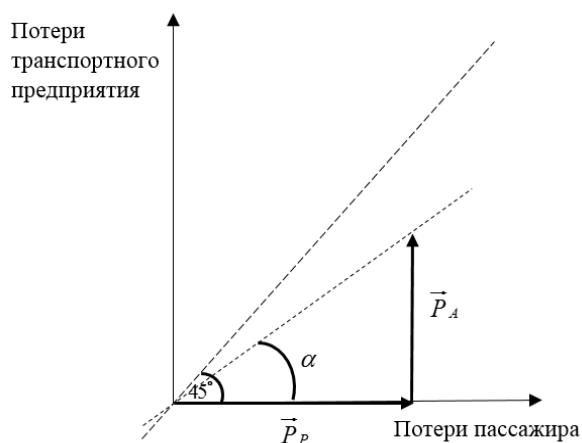
Если  $K_{БП} > 1$ , то при реализации плана перевозки потери транспортного предприятия преобладали над потерями пассажира (рисунок б). При  $0 < K_{БП} < 1$  потери пассажира преобладают над потерями транспортного предприятия (рисунок в).  $K_{БП} = 1$  указывает на баланс между потерями транспортного предприятия и пассажира (рисунок з).



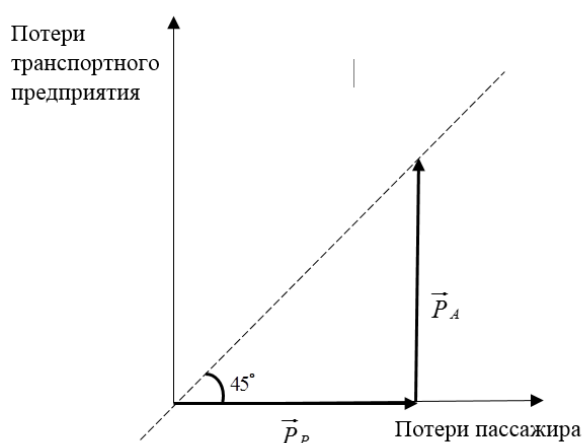
а)



б)



в)



з)

Векторы потерь: а) перевозки  $P_A$  и  $P_P$ ; б) преобладание потерь  $A$ ; в) преобладание потерь  $P$ ; з) баланс между потерями  $A$  и  $P$

Предложенная система оценки производимых перевозок в информационно-транспортной системе кассетно-конвейерного типа позволяет при помощи функции потерь  $P(K_{НВ}, K_{ОСТ}, K_{ОП}, K_{ВП})$  выбрать при организации перевозки наиболее оптимальный алгоритм среди имеющихся, а также определить соотношение потерь транспортного предприятия и пассажира.

## Список литературы

1. Shviatsova, A. The Smart Urban Transport System / A. Shviatsova, V. Shuts // Open Semantic technologies for Intelligent System : Research Papers Collection, Minsk, 19–22 Feb. 2020. – Minsk : Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2020. – P. 349–352.
2. Швецова, Е. В. Планирование и организация процесса перевозки в пассажирской информационно-транспортной системе / Е. В. Швецова, Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Математические методы в технологиях и технике. – Саратов : Сарлен-Алекс, 2021. – № 4. – С. 111–118.
3. Швецова, Е. В. О построении графика движения транспортных средств в городской пассажирской транспортной системе / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Вестник БелГУТа: Наука и Транспорт. – Гомель, 2021. – № 2. – С. 21–24.
4. Блатнов, М. Д. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник для автотранспортных техникумов / М. Д. Блатнов. – Изд. 3-е. – М. : Транспорт, 1981. – 222 с.