

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»
УДК 656.13.072

ОЦЕНКА РЕГУЛЯРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО
ГОРОДСКОГО МАРШРУТИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА
EVALUATION OF THE REGULARITY OF MOTION
OF GROUND-TERM CITY ROUTED TRANSPORT

С.П. Якубович, асп., В.Н. Седюкевич, канд.техн.наук, доц.
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

S.Yakubovich, Post-graduate,

U. Sedziukevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. Предложены и обоснованы новые подходы при использовании показателя регулярности движения для оценки качества работы наземного городского маршрутизированного транспорта.

Abstract. Proposed and justified new approaches in application of the index of regularity of movements to assess the quality of surface public transport routed.

Ключевые слова: маршрутизированный транспорт, регулярность движения, пассажиры.

Key words: routed transport, regularity of movement, passengers.

ВВЕДЕНИЕ

Поддержание регулярности движения пассажирских транспортных средств (ТС) по наземным городским маршрутам создает у населения уверенность в своевременности и точности осуществления ими поездки, чем оказывает положительное влияние на оценку пассажирами качества работы наземного городского маршрутизированного транспорта и транспортного обслуживания населения. Однако методология оценки регулярности движения, основанная на сопоставлении отклонений фактического времени перемещения транспортных средств от заложенного в расписании, не отражает действительного характера движения. Меры по поддержанию регулярности движения необходимо рассматривать как один из факторов повышения качества транспортного обслуживания.

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕГУЛЯРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Правилами перевозок пассажиров [1] определено, что автомобильный перевозчик при выполнении автомобильных перевозок пассажиров обязан своевременно подавать транспортное средство и обеспечивать перевозку пассажиров в регулярном сообщении при городских и пригородных автомобильных перевозках пассажиров – не ранее чем за 3 мин и не позже чем на 5 мин относительно времени по расписанию движения. Таким образом, регулярность движения может быть оценена отношением количества рейсов, выполненных точно по расписанию (или с допустимыми отклонениями) к общему количеству рейсов.

Коэффициент регулярности движения является показателем, принятый в транспортной практике для количественной оценки регулярности движения [2].

В общем случае коэффициент регулярности движения на маршруте $k_{рд}$ может быть рассчитан по формуле:

$$k_{рд} = N_p / N_{пл}, \quad (1)$$

где N_p – количество рейсов, выполненных на маршруте по расписанию с допустимыми отклонениями; $N_{пл}$ – количество рейсов по плану на маршруте.

В случае если коэффициент регулярности движения определяется для группы маршрутов или в целом по маршрутной сети $k_{рдс}$, то он может быть рассчитан по формуле:

$$k_{рдс} = \sum_{i=1}^s N_{pi} / \sum_{i=1}^s N_{пли}, \quad (2)$$

где N_{pi} – количество рейсов, выполненных на i -ом маршруте по расписанию с допустимыми отклонениями группы маршрутов или на маршрутной сети; $N_{пли}$ – количество рейсов по плану на i -ом маршруте группы маршрутов или на маршрутной сети; s – общее количество маршрутов в группе или на маршрутной сети.

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

На практике также применяется другой подход к определению регулярности движения [3] – по коэффициенту регулярности выполненных рейсов на маршруте $k_{рдф}$. Коэффициент $k_{рдф}$ определяется отношением количества рейсов, выполненных с допустимыми отклонениями от расписания к фактическому количеству выполненных рейсов:

$$k_{рдф} = N_p / N_{фр}, \quad (3)$$

где $N_{фр}$ – фактическое количество выполненных рейсов на маршруте.

В случае если показатель регулярности движения определяется для группы маршрутов или в целом по маршрутной сети $k_{рдфс}$, то он может быть рассчитан по формуле аналогичной приведенной выше (формула (2)) с учетом того, что в знаменателе формулы должно быть количество фактически выполненных рейсов на i -ом маршруте группы маршрутов или маршрутной сети.

Вышеприведенные показатели регулярности движения ТС при перевозках пассажиров применяются для оценки работы водителей и перевозчиков, а также для оценки качества обслуживания пассажиров при перевозках на маршрутах по расписанию, доводимому до пассажиров.

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ВАРИАНТЫ ОЦЕНКИ РЕГУЛЯРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Подходы, используемые при оценке показателя регулярности движения, имеют немаловажное значение. Кроме расчетных методов определения коэффициента регулярности движения значение указанного коэффициента на конкретном маршруте можно получить по данным контроля. При различных вариантах организации контроля регулярности движения один и тот же рейс может быть зафиксирован как выполненный по расписанию, так и с его нарушением. Контроль регулярности движения может быть организован: только на одном (начальном, конечном или промежуточном) пункте маршрута; на двух (начальном и конечном) пунктах маршрута; на начальном, конечном и одном или нескольких (в зависимости от протяженности маршрута) промежуточных пунктах (контрольных точках). Чем

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

больше пунктов контроля регулярности движения, тем точнее контроль и тем сложнее для водителя ТС соблюдать расписание движения.

Необходимо учитывать, что при обслуживании маршрутной сети населенного пункта могут сложиться различные ситуации, при которых план перевозок по отдельным маршрутам не выполняется, например, ТС вообще не выходит в запланированный рейс из-за длительных заторов на улично-дорожной сети, из-за поломки ТС или внезапной болезни водителя без возможности его замены и т.п. При этом фактически выполненные рейсы выполнены точно по расписанию или с допустимыми отклонениями. В такой ситуации о качестве транспортного обслуживания населения говорить не приходится, несмотря на то, что коэффициент регулярности движения может приближаться к максимальному значению по показателю, рассчитанному по формуле (3). Для объективной оценки качества работы пассажирского транспорта помимо показателя регулярности движения важным является показатель, позволяющий учесть степень выполнения плана перевозок. Таким показателем, может быть коэффициент выполнения рейсов $k_{\text{вып}}$, рассчитываемый по формуле:

$$k_{\text{вып}} = N_{\phi} / N_{\text{пл}}, \quad (4)$$

где N_{ϕ} – количество рейсов, фактически выполненных на маршруте.

Коэффициент выполнения рейсов $k_{\text{вып}}$ определяет оценку работы перевозчиков, а также качество обслуживания пассажиров при перевозках на маршрутах по установленному интервалу, доводимому до пассажиров. При снижении $k_{\text{вып}}$ не обеспечивается провозная возможность на маршруте, возникают отказы пассажирам в услуге из-за превышения вместимости транспортного средства и возрастает время ожидания пассажирами поездки из-за увеличения до двух и даже более раз интервалов движения транспортных средств при срыве предыдущего планового рейса.

Автоматизация диспетчерского управления перевозками пассажиров – использование перевозчиками или операторами пассажирских перевозок автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) позволяет применять более объективные показатели

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

для оценки регулярности движения транспортных средств, как по отдельным маршрутам, так и по группам маршрутов и в целом по маршрутной сети.

Перевозки пассажиров наземным городским маршрутизированным транспортом могут быть организованы по расписанию и по установленному интервалу движения.

Для оценки регулярности перевозок пассажиров по расписанию предлагается использовать:

- среднее значение отклонения (оценка математического ожидания отклонения) Δt_{cp} от расписания по всем контрольным пунктам;
- среднее значение превышения допускаемых отклонений от расписания (оценка математического ожидания превышения допускаемого отклонения) Δt_{cnp} по всем контрольным пунктам в случаях, когда имело место превышение допускаемого отклонения от расписания;
- значение коэффициента регулярности движения по расписанию k_{np} ;
- значение среднеквадратического (стандартного) отклонения превышений допускаемых отклонений от расписания S_{np} .

Фактические значения показателей Δt_{cp} , Δt_{cnp} , k_{np} и S_{np} рассчитываются по формулам:

$$\Delta t_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{pi}; \quad (5)$$

$$\Delta t_{cnp} = \frac{1}{n_n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{npi}; \quad (6)$$

$$k_{np} = n_n / n; \quad (7)$$

$$S_{np} = \sqrt{\frac{1}{n_n - 1} \sum_{i=1}^{n_n} (\Delta t_{npi} - \Delta t_{cnp})^2}, \quad (8)$$

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

где $\Delta t_{срi}$ – значение отклонения от установленного момента времени прохождения ТС контрольного пункта по расписанию, зарегистрированное в контрольном пункте (i - е отклонение), $\Delta t_{срi} \geq 0$;

$\Delta t_{прi}$ – значение превышения допустимого отклонения от установленного момента времени прохождения контрольного пункта по расписанию, зарегистрированное в контрольном пункте (i - е превышение допусаемого отклонения), $\Delta t_{прi} \geq 0$;

n – общее число зарегистрированных случаев контроля выполнения расписания движения ТС во всех контрольных пунктах;

$n_{п}$ – общее число случаев превышения допустимого отклонения от установленного расписания движения ТС по зарегистрированным случаям контроля во всех контрольных пунктах.

При выполнении перевозок по установленному интервалу движения, регулярность перевозок предлагается оценивать по значению среднего превышения (математического ожидания превышения) $\Delta t_{ин}$ интервала движения ТС на маршруте от установленного, значению коэффициента регулярности движения по интервалу $k_{ри}$ и средне-квадратическому (стандартному) отклонению $S_{пн}$ превышений установленных интервалов движения ТС.

Степень отклонения фактических интервалов движения на маршруте от установленных в определенной степени оценивается коэффициентом $k_{вып}$. При $k_{вып} = 1$ значение оценки математического ожидания интервалов движения ТС на маршруте приближается к среднему плановому значению.

Фактические значения показателей $\Delta t_{ин}$, $k_{ри}$ и $S_{пн}$ определяются по формулам:

$$\Delta t_{ин} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m_{п}} \Delta t_{иi} ; \quad (9)$$

$$k_{ри} = m_{п} / m ; \quad (10)$$

$$S_{пн} = \sqrt{\frac{1}{m_{п}-1} \sum_{i=1}^{m_{п}} (\Delta t_{иi} - k_{ри} \Delta t_{ин})^2} , \quad (11)$$

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

где Δt_{ni} – превышение значения фактического интервала движения ТС над установленным, зарегистрированное в контрольном пункте (i – значение превышения интервала движения ТС), $\Delta t_{ni} \geq 0$ (при отсутствии превышения $\Delta t_{ni} = 0$);

m – общее число зарегистрированных значений интервалов движения ТС во всех контрольных пунктах;

$m_{\text{п}}$ – общее число случаев превышения установленного интервала движения ТС, зарегистрированных во всех контрольных пунктах.

Таким образом, степень регулярности движения ТС при перевозках пассажиров наземным городским маршрутизированным транспортом рекомендуется оценивать следующими показателями:

1) при выполнении перевозок на маршрутах по расписанию, доводимому до пассажиров, показателями $\Delta t_{\text{ср}}$, $\Delta t_{\text{спр}}$, $k_{\text{пр}}$ и $S_{\text{пр}}$;

2) при выполнении перевозок по установленному интервалу, доводимому до пассажиров, показателями $k_{\text{вып}}$, $\Delta t_{\text{ин}}$, $k_{\text{ри}}$ и $S_{\text{пи}}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из показателей, позволяющих наиболее объективно оценить качество работы наземного городского маршрутизированного транспорта, является регулярность движения. Однако методология оценки регулярности движения, основанная на сопоставлении отклонений фактического времени перемещения транспортных средств от заложенного в расписании, не отражает действительного характера движения.

Для оценки регулярности перевозок пассажиров при организации движения ТС по расписанию предлагается использовать: среднее значение отклонения $\Delta t_{\text{ср}}$ от расписания по всем контрольным пунктам; среднее значение превышения допускаемых отклонений от расписания $\Delta t_{\text{спр}}$ по всем контрольным пунктам в случаях, когда имело место превышение допускаемого отклонения от расписания; значение коэффициента регулярности движения по расписанию $k_{\text{пр}}$; значение среднеквадратического отклонения превышений допускаемых отклонений от расписания $S_{\text{пр}}$.

При выполнении перевозок по установленному интервалу движения, регулярность перевозок предлагается оценивать по значению среднего превышения $\Delta t_{\text{ин}}$ интервала движения ТС на маршруте от

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

установленного, значению коэффициента регулярности движения по интервалу $k_{ри}$ и среднеквадратическому отклонению $S_{пи}$ превышений установленных интервалов движения ТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила автомобильных перевозок пассажиров (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь 31.08.2018 № 636).

2. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом: Справочное пособие. – М: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 413 с.: ил.

3. Отчет о НИР «Исследование и разработка предложений по совершенствованию маршрутной сети городского пассажирского транспорта города Пинска», № гос.рег. 20170893 / БелНИИТ «ТРАНСТЕХНИКА», 2017.

Представлено 10.05.2019

УДК 656.086

ОЦЕНКА ОРГАНИЗОВАННОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ
ASSESSMENT OF ORDERLINESS OF ROAD SAFETY
REGIONAL SYSTEMS IN REPUBLIC OF BELARUS

А.И. Петров, канд. техн. наук, доц.,
Тюменский индустриальный университет,
г. Тюмень, Российская Федерация
A. Petrov, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

Аннотация. В статье представлены результаты расчета величин относительной энтропии (2018) – характеристики системной организованности – для региональных систем обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь.

Abstract. Results of calculation of relative entropy (2018) – characteristics of system orderliness – for the road safety regional systems in Belarus Republic are presented in article.