

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ ГРУЗОПОТОКА ПО ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Слободянюк М.Э., Нечаев Г.И.

EVALUATION TIME WALKTHROUGH FREIGHT FLOWS BY TRANSPORT NETWORK

Slobodyanyuk ME, Nechayev GI

В статье предложена методика оценки времени прохождения транспортного средства по транспортной сети определенной территории с учетом возможных задержек для выполнения различных операций в пути следования.

Ключевые слова: транспортная система, транспортное средство, транспортный поток, обслуживающие устройства, система массового обслуживания, закономерности распределения случайных величин, время движения.

Эффективность использования транспортной системы любого региона и ее повышение является актуальной задачей, поскольку позволяет развивать экономику региона за счет привлечения и обслуживания транзитных грузопотоков и потоков местного формирования.

Важной задачей в вопросах оценки эффективности является разработка критерия её оценки. Одной из составляющих этого интегрированного критерия. Скорость продвижения грузопотока по системе и интенсивности её загрузки λ .

Представим некоторую транспортную систему рассматриваемой территории F как систему массового обслуживания. Эта система состоит из нескольких элементов транспортной сети снабженных различными обслуживающими устройствами (таможней, пограничным переходом, карантинной службой, заправками, пунктами питания и обслуживания транспортных средств, переездами и другими элементами) оказывающими влияние на пропускную способность участка дороги. Поэтому каждый участок дороги, выделенный определенным образом по каким либо признакам, можно считать обслуживающим устройством.

Локальным (частным) критерием эффективности загрузки транспортной системы объективно является скорость продвижения транспортных средств, от которой прямопропорционально будет зависеть размер пропущенного по системе грузопотока и потока транспортных средств.

Общее время нахождение транспортным средством выбранного пути по транспортной системе или по транспортному

коридору проходящему через эту систему будет составлять

$$T = \sum_{i=1}^n T_i + \sum_{n} \sum_{i} t_{ni} \quad (1)$$

где T_i – время на передвижение по i – му участку дороги без остановок с выбранной или установленной скоростью;

n – число участков дороги;

t_{ni} – время обслуживания транспортного средства на i пункте n -го участка дороги.

Рассмотрим общий случай, когда на участке дороги находятся несколько пунктов обслуживания на определенном расстоянии последовательно по ходу движения. Такой участок можно рассматривать как многоканальную систему массового обслуживания (СМО) с последовательным размещением обслуживающих аппаратов, например заправка, пункт ТО шиномонтаж и пункта питания. Это разновидность многоканальной многофазная система. Кроме того заправку в свою очередь можно рассматривать как многоканальную неполнодоступную СМО, когда «требования» автомобиль ждет освобождения подъезда к заправке и освобождения определенной заправочной колонки.

Если при движении по участку возникает необходимость остановки или задержки только на одном из пунктов обслуживания такую ситуацию можно рассматривать, как одноканальную СМО и время задержки (обслуживания) транспортного средства (ТС) будет зависеть от закона распределения входящего потока и закона распределения времени обслуживания. В транспортных системах время обслуживания требований чаще всего подчиняется нормальному

показательному или эрланговскому законам распределения [1,5], а в СМО с несколькими обслуживающими устройствами установленными последовательно, считается что поток ближе к пуассоновскому, а время обслуживания к экспоненциальному. [1] При пуассоновском входящем потоке и произвольном времени обслуживания, что чаще всего имеет место в транспортных потоках, среднее время ожидания обслуживания в системе можно определить по формуле Поллчека – Хинчина

$$W_0 = \frac{\alpha^2}{2\lambda(1-\alpha)}(1 + v_{об}^2) \quad (2)$$

где α – коэффициент загрузки системы

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3)$$

λ – интенсивность потока транспортных средств;
 μ – интенсивность обслуживания транспортных средств;
 $v_{об}$ – коэффициент вариации времени обслуживания транспортного потока.

$$v_{об} = \frac{\sigma_{об}}{M_{об}} \quad (4)$$

$\sigma_{об}$ – среднее квадратичное отклонение;
 $M_{об}$ – математическое ожидание.

Общее время обслуживания определяется по формуле

$$t_1 = \frac{\alpha^2}{2\lambda(1-\alpha)}(1 + v_{об}^2) + \frac{1}{\mu} \quad (5)$$

Примером многофазных, неполнодоступных систем могут служить таможенные переходы, заправочные станции, пункты перегрузки грузов с одного на другой вид транспорта. В этом случае учитывая многовариантность законов распределения входящего потока ТС и законов распределения времени обслуживания, наиболее подходящим для их описания и определения числовых характеристик подходит распределение Эрланг-Эрланг. Тогда время обслуживания (или задержали на пункте обслуживания) определится по выражению

$$t_1 = \frac{\alpha_k^2 v_{об} (\mu_k^2 + v_{об}^2)}{2\lambda_k (1-\alpha_k) [1 - (1-\alpha_k) v_{об}^2]} + \frac{1}{\mu_k} + \frac{\alpha_k (\mu_k^2 + v_{об}^2)}{2\mu_k (1-\alpha_k) [1 - (1-\alpha_k) v_{об}^2]} + \frac{1}{\mu_k} \quad (6)$$

где μ_k и μ_s – интенсивности обслуживания одним каналом, при полной его занятости и аппаратом обслуживания соответственно;

α_k – коэффициент загрузки канала $\alpha_k = \frac{\lambda}{m\mu_k}$;
 m – число обслуживающих каналов;

α_s – коэффициент загрузки обслуживающего аппарата.

При числе обслуживающих аппаратов $1 \leq S \leq 4$

$$v_{об}^2 = \frac{s^2 \cdot \omega^2}{(s-1)(s-2) + \omega(2s-1)} \quad (7)$$

Коэффициент $v_{об}^2$ для СМО такого типа можно определить с использованием зависимости по формуле [1].

$v_{вх}$ и $v_{обс}$ – коэффициенты вариации интервалов входящего потока (прибытия) и времени обслуживания соответствующих «требований».

Значительные затраты времени в пути следования могут приходиться на погрузочно – разгрузочные и перегрузочные операции у попутных клиентов. Задержки на эти операции можно так же, как и в предыдущих рассмотренных случаях определить, используя аппарат теории массового обслуживания.

Предположим, что для обслуживания транзитного клиента на складе имеется, как худший вариант, одно погрузочно – разгрузочное средство т.е. имеем одноканальную разомкнутую СМО. Закон распределения входящего потока на склад чаще всего показательный, закон распределения времени обслуживания произвольный.

Исходя из этого и учитывая исследования приведенные в работах [6,7] время ожидания обслуживания можно определить по формуле

$$W = \frac{\alpha}{2\lambda(1-\alpha)}(1 + v_{об}^2) \quad (8)$$

Тогда время обслуживания нахождения в системе клиента (требования) можно выразить как

$$t_2 = \frac{\alpha}{2\lambda(1-\alpha)}(1 + v_{об}^2) + \frac{1}{\mu} + \sum t_d \quad (9)$$

где t_d – время на дополнительные операции по составлению перевозочных документов, пломбированию ТС и др. у транзитного клиента.

Таким образом, зная время движения ТС по каждому участку и суммарное время по рассматриваемой транспортной системе или транспортному коридору и объём перевезенного по ним грузов в тоннах всегда можно определить загрузку системы в ткм.

Следует отметить, что при планировании перевозок по определенным направлениям и маршрутам транспортной системы можно заранее определить время на движение по основному и альтернативным маршрутам с учетом возможного или необходимого обслуживания. Немаловажным в такой организации перевозочного процесса является возможность учета и контроля

выполняемых в пути следования операций и их обоснованность.

При ситуациях, когда в процессе движения возникает необходимость остановки ТС в нескольких пунктах обслуживания систему продвижения нужно рассматривать как многофазную неполнодоступную.

Время задержки на обслуживание в таком случае можно определить, как Σt_i , с учетом законов распределения соответствующих характеристик если они будут резко отличаться от рассмотренных.

Выводы: предложен новый подход к постановке и решению задачи определения времени прохождения транспортного средства по транспортной сети определенной территории с транспортным коридором; -на основе теории массового обслуживания предложена методика определения времени прохождения транспортного средства по участкам транспортной сети, с задержками различного обслуживания по пути следования.

Л и т е р а т у р а

1. Акулиничев В.М., Кудрявцев В.А., Корешков А.Н. Математические методы в эксплуатации железных дорог М. Транспорт, 1981, 224с.
2. Матюнин И.Е., Каткало Ю.А. Применения математических методов на промышленном транспорте. Высшая школа, Минск, 1979, 152с.
3. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание. Теория и приложения. М., Мир, 1965.
4. Хинчин А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания. Гос. Издательство физ-мат. Литературы, 1963.

R e f e r e n c e s

1. Akulinichev V. Kudryavtsev, VA, AN koreshkov Mathematical Methods in the operation of railways M. Transport, 1981, 224s.
2. Matyunin IE, Katkalo YA Application of mathematical methods in industrial transport. High School, Minsk, 1979, 152c.
3. A. Kaufman, R. Kryuon Mass service. Theory and Applications. Wiley, New York, 1965.
4. AY Khinchin The work on the mathematical theory of queuing. State. Publisher Physics and Mathematics. Literature, 1963.

Слободянюк М.Е., Нечасв Г.І. Оцінювання часу проходження вантажопотоку по транспортній мережі.

У статті запропоновано методику оцінки часу проходження транспортного засобу з транспортної мережі певної території з урахуванням можливих затримок для виконання різних операцій на шляху прямування.

Ключові слова: транспортна система, транспортний засіб, транспортний потік, обслуговуючі пристрої, система масового обслуговування, закономірності розподілу випадкових величин, час руху.

Slobodyanyuk M., Nechayev G. Evaluation time walkthrough freight flows by transport network

The paper proposed a method for estimating the time of passage of the vehicle on a particular area of the transport network, taking into account possible delays to perform various operations on the route.

Keywords: transport, vehicle, traffic flow, the servers, the queuing system, the patterns of distribution of random variables while driving.

Нечасв Г.І. – д.т.н., професор, зав. кафедрою транспортних систем, СНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, Україна.

Слободянюк М.Е. – к.т.н., докторант кафедри транспортних систем, СНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, Україна.

Рецензент: Старченко В.Н., д.т.н., проф.

Стаття подана 3.09.2013