

Предлагаемая классификация дорожных условий эксплуатации позволяет ОАО «БелАЗ» при конструировании трансмиссионных агрегатов дифференцированно выбирать нагрузочные режимы с учётом назначения машин по условиям эксплуатации и обоснованно назначать и выполнять гарантийные обязательства, планировать производство и поставки запчастей.

### Литература

1. Определение параметров нагрузочного режима и расчет зубчатых колес и подшипников редукторов мотор-колес самосвалов БелАЗ-7519 и БелАЗ-75211: отчет о НИР / Министерство автомобильной промышленности СССР, НАМИ, рук. работы И.В. Каноник. – Минск, 1986. – 41 с.
2. Исследование долговечности и динамической нагруженности редуктора мотор-колеса автомобиля БелАЗ-549, х/д № 128: отчет о НИР / Белорусский политехнический институт, рук. работы В.Г. Ревский. – Минск, 1973. – 42 с. – № госрегистрации 72056721.
3. Исследование виброактивности электромотор-колес карьерных самосвалов БелАЗ, х/д № 1579: отчет о НИР / Белорусский политехнический институт, рук. работы Б.У. Бусел. – Минск, 1985. – 115 с. – № госрегистрации 01.83.0016079
4. Кулешов, А.А. Пневмоколесные машины с бортовыми приводами и мотор-колесами / А.А. Кулешов, И.И. Марголин. – М.: Машиностроение, 1975. – 312 с.
5. Нагрузочные режимы редукторов мотор-колес карьерных самосвалов / И.В. Каноник [и др.] // Сборник научных трудов НАМИ. – 1990. – С. 61–66.

УДК 656.11

## ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК КАК ВОЛНА THE TRANSPORT FLOW AS A WAVE

**Гук В.И.**, доктор технических наук, профессор  
(Харьковский национальный университет строительства и архитектуры)

**Hook V.I.**, Doktor of Technicfl Sciences, Professor  
(Kharkov National University of Construction and Architecture)

*Аннотация. Освещаются волновые свойства транспортного потока и его характеристик для целей совершенствования организации дорожного движения, управление движением автоматизированными системами, проектирования улично-дорожных структур и повышения их пропускной способности.*

**Abstract.** *Covering the wave properties of traffic flow and its characteristics for the purpose of improving traffic management, traffic control automation systems, design of the street and road structures and increase their capacity.*

Понятие волны является одним из обобщающих понятий в физике, под которым принято понимать некоторое состояние или некоторый процесс. Наличие волн в явлении, которое изучается, позволяет «много сказать об этом явлении и много предусмотреть о нем, даже если нам не совсем понятный механизм возникновения и передачи найденных волн» [8, стр. 12].

Как известно, волны имеют определенные качества, характеристики и параметры, потому рассмотрим их согласование с состоянием и движением транспортного потока, учитывая при этом установленные в транспортном потоке различные колебания.

Движущая волна переносит энергию – автомобили также переносят энергию. Движущая волна имеет импульс – автомобили тоже имеют импульс (удар). Волны имеют конечную скорость – автомобили тоже имеют конечную скорость при преодолении пространства дороги.

Для того, чтобы волны имели возможность распространяться в транспортном потоке, он должен представлять собой непрерывную среду. В постановке исследуемой проблемы транспортный поток рассматривается как поток движущихся динамических габаритов, то есть непрерывный поток.

Обоснуем непрерывность транспортного потока на основе системного подхода. Система «транспортный поток» состоит из достаточно большого количества автомобилей, которые двигаются по одной полосе улицы или дороги, связанных в одну группу, потому среднее расстояние между соседними автомобилями становится достаточно малым. В пределах число автомобилей на дороге возможно считать бесконечно большим, при этом расстояние между автомобилями, особенно во время затора, будет стремиться к нулю, и потому система «транспортный поток» будет вести себя так, как если бы она была бы непрерывной. Данное положение порозумевает, что движение соседних автомобилей почти повторяет движение расчетного автомобиля [7].

Кроме того, транспортный поток – это гибкая среда, поскольку действия водителей предотвращают столкновения и деформации. Движение одного автомобиля в пространстве дороги будем рассматривать как движение моды распределения его скорости. Тогда движение группы автомобилей транспортного потока по магистралям с регулируемым движением будет описано как суперпозиция всех его мод с амплитудами и фазовыми константами, которые были определены из начальных условий и экспериментальных данных. Под термином «мода» в исследовании принимаем

характеристику собственных изменений скорости автомобиля в пространстве вместе с конфигурацией распределения.

Мода группы автомобилей будет представлять собой, согласно многих экспериментальных наблюдений [1, 3], форму нормального распределения скорости.

Для движения группы автомобилей с одинаковой скоростью мода будет без дисперсной. Когда скорость автомобилей в группе неодинакова – одни отстают, а другие едут вперед, группа начнет растягиваться при своем движении, потому мода будет зависеть от интервалов между автомобилями, то есть от частоты их движения. И определяться как дисперсная мода.

Кроме вышерассмотренных волн транспортного потока, волнами будут также и разные возбуждения его состояния, которые распространяются в пространстве со временем. В таблице 1 приведены уравнения состояний и уравнение волн скорости, плотности, количества потока (групп), инерционности, интенсивности, удельной интенсивности, смещения, которые возникают в транспортном потоке, и скорость распространения этих волн или ударные (обратные, шоквые) волны.

Таблица 1 – Волны разных характеристик транспортного потока

№ п/п	Уравнение состояния	Волны переменных	Характеристика распространения волн (возмущений)
1	2	3	4
1	Интенсивность	Скорости	Плотность
1.1	$N(Q) = V(Q)Q(V)$	$V(Q) = N(Q)/Q$	$\frac{dN}{dV} = Q_m \left( 1 - \frac{2V}{V_o} \right)$
1.2		Плотности	Скорость
		$Q(V) = N(V)/V$	$\frac{dN}{dQ} = V_o \left( 1 - \frac{2Q}{Q_m} \right)$
2	Количество потока	Инерционности	Инерционность
2.1	$V(\lambda) = J(\lambda)$	$J(V) = (V)/V$	$\frac{d\lambda}{dV} = J_o \left( 1 - \frac{2V}{V_o} \right)$
2.2		Групп автомобилей	Дистанция
		$\lambda(Q) = Q(L)L$	$\frac{d\lambda}{dQ} = \hat{L} \left( 1 - \frac{2Q}{Q_m} \right)$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
3	Количество движения	Групп автомобилей	Квадрат дистанции
3.1	$D(\lambda) = L(\lambda)$	$\lambda(L) = D(L)/L$	$\frac{dD}{dQ} = \hat{L}^2 \left( 1 - \frac{2Q}{Q_m} \right)$
3.2		Пути $L(\lambda) = D(\lambda) / \lambda$	Количество движения $\frac{dD}{dV} = \hat{L} J_0 \left( 1 - \frac{2V}{V_o} \right)$
4	Напряженность	Интенсивности	Градиент плотности
4.1	$C = LN - 1$	$N(L) = LC - 1$	$\frac{dU}{dV} = \frac{Q_m}{L} \left( 1 - \frac{2V}{V_o} \right)$
4.2	$U = NL - 1$	Удельной интенсивности $U(L) = N(L)/L$	Удельная интенсивность $\frac{dN}{dL} = U' = -\frac{Q_m}{t}$
5	Работа потока	Мобильности	Неравномерность движения
5.1	$H(L) = N(L)L$	$L(N) = N(L)/H$	$\frac{dH}{dQ} = V_o L \left( 1 - \frac{2Q}{Q_m} \right) = \beta$
5.2		Интенсивности $N(L) = H(L)/L$	Количество потока $\frac{dH}{dV} = \lambda' = Q_m L \left( 1 - \frac{2V}{V_o} \right)$
6	Дорожный потенциал	Количество потока	
6.1	$E_d(V) = J(V)V^2$	$E_d = \frac{J}{2} V^2$	$\frac{dE_d}{dV} = \lambda' = J_o V \left( 1 - \frac{3V}{2V_o} \right)$ , авт.
7	Транспортный потенциал	Количества потока	
7.1	$E_T(N) = \frac{N^2}{C(N)}$	$E_T = LN$	$\frac{dE_T}{dV} = \lambda' = \frac{\hat{L}}{2} Q_m \left( 1 - \frac{2V}{V_o} \right)$ , авт.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
8	Работоспособность потока (ексеґрия)	Количества потока $\lambda(V) = E(V)/V$	$\frac{dE}{dV} = \hat{L}Q_m \left(1 - \frac{Q}{Q_m}\right) \left(1 - \frac{2V}{V_o}\right)$ , авт
8.1	$E = E_T + E_D$	Мобильность $\beta(Q) = E(Q)/Q$	$\frac{dE}{dQ} = \hat{L}V_o \left(1 - \frac{V}{V_o}\right) \left(1 - \frac{2Q}{Q_m}\right)$ , км <sup>2</sup> /ч
9	Объем движения (мощность)	Интенсивности	
9.1	$M(V) = N(V)V$	$N(V) = M(V)/V$	$\frac{dM}{dV} = 2Q_m V \left(1 - \frac{3V}{2V_o}\right)$ , авт./ч
9.2		Квадрат скорости $V = M(V)/N(V)$	$\frac{dM}{dQ} = V^2 = V_o^2 \frac{Q}{Q_m} \left(\frac{3Q}{Q_m} - 2\right)$ , км <sup>2</sup> /ч

Из приведенного перечня обратных волн (в научной работе принят этот термин, который более отвечает физике транспортного процесса) в настоящее время опубликован ряд работ только по волнам плотности, таблица 6.1 (1.1).

Впервые данные волны как кинематические, были описаны на основании гидродинамической аналогии Лайтхиллом и Уиземом и 1955 г. и далее изучаются в работах [1, 2, 5, 6, 7]. Ф. Хейт [3] ввел обратные волны, как одно из требований проверки соответствия модели транспортного потока действительности. Ряд исследователей рекомендует использовать обратные волны для выявления заторов и передзаторовой ситуации в АСУ-Д [1, 4, 7].

Таким образом, в транспортной теории изучались только волны плотности по уравнениями неразрывности и обратные волны как производные, то есть недостаточно полно.

В физике волны принято характеризовать скоростью распространение волны (фазовой скоростью)  $c$ , что численно равняется расстоянию, которое за единицу времени проходит любая точка волновой поверхности:

$$c = \frac{d\chi}{dt}, \quad (1)$$

то есть это первая производная функции от аргумента. Разные виды скорости распространения возмущений приведены в 4-й колонке таблицы 1.

На диаграмме транспортного потока скоростью волны есть прямая, касательная к параболической зависимости  $N(Q)$ ,  $c = dN/dQ$ . Для графической подачи волн важное значение имеет фронт волны, которая распространяется на расстояние

$$\Delta x = c\Delta t. \quad (2)$$

Для анализа физической стороны процесса необходимо знать длину волны:

$$\ell = cT = \frac{c}{f} = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi f}{\omega}, \quad (3)$$

где  $T$  – период,  $T = 1/f$ ;

$f$  – частота, число гребней, которые проходят через пересечение за единицу времени;

$k$  – волновой вектор (волновое число), который показывает сколько волн данной длины заключаются на расстоянии, равном единичной длине.

В непрерывном транспортном потоке длину волны будем аппроксимировать расстоянием между автомобилями (модами их скорости) или между группами автомобилей; период – временным интервалом между автомобилями или светофорным циклом; частоту – количеством автомобилей, которые проходят через пересечение за единицу времени или количеством групп. Волновое число тогда будет характеризовать пропускную способность.

Необходимо также отметить, что волны транспортного потока – это плоские волны.

Рассмотрены разные виды волн транспортного потока на основе представления потока как динамической системы дифференциальными уравнениями.

Таким образом, движение транспортного потока по городским магистралям описывается движением волн скорости, интенсивности и плотности, уравнения и характеристики которых позволяют решать прикладные задачи управления дорожным движением, проектирования городских магистралей и улично дорожных сетей и выполнять оценку качества существующего дорожного движения в городах.

## Литература

1. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю; пер. с англ. под ред. Н.П. Бусленко. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.
2. Уизем, Дж. Линейные и нелинейные волны / Дж. Уизем; пер. с англ. – М.: Мир, 1977. – 622 с.
3. Хейт, Ф. Математическая теория транспортных потоков / Ф. Хейт; пер. с англ. – М.: Мир, 1966. – 286 с.
4. Гаврилов, А.А. Конструирование гидродинамической модели потока автомобилей / А.А.Гаврилов, А.И. Корнеев // Безопасность транспортного процесса. – М.: НИИАТ, 1978. – С. 24–39.
5. Гейзис, Д.К. Теория транспортных потоков / Д.К. Гейзис, Л.К. Эдай // Проблемы перевозок; пер. с англ. (Тр. ин-та инж. по электротехнике и радиоэлектронике) – М.: Мир, 1968. – Т. 56, № 4. – С. 93–108.
6. Филиппов, В.В. Моделирование автомобильного потока с использованием цепей Маркова / В.В. Филиппов // Некоторые вопросы исследования транспортных потоков. –М.: ЦЕМИ, 1976, С. 41–47.
7. Гук В.І. Транспортні потоки: теорія та її застосування в урбаністиці: монографія / В.І. Гук, Ю.М. Шкодовський. – Х.: Золоті сторінки, 2009. –232 с.
8. Пирс, Дж. Почти всё о волнах / Дж Пирс.; пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 178 с.

### УДК 658.16

#### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ СУБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

#### CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF THE RESTRUKTURING OF A BUSINESS ENTITY

*Гайнутдинов Э.М.*, доктор экономических наук, профессор;

*Поддерезина Л.И.*, кандидат экономических наук, доцент;

*Поддерезин Е.В.*, соискатель

*Gainutdinov E.M.*, Doctor of Economic Sciences, Professor;

*Paddziarohina L.I.*, Candidate of Economic Sciences, Docent;

*Paddziarohin E.V.*, competitor

**Аннотация.** *Излагаются основные положения проведения текущей и стратегической реструктуризации отечественных предприятий с использованием опыта стран с развитой рыночной экономикой, что способствует повышению эффективности внутрипроизводственных отношений на отечественных промышленных предприятиях. Рассмотрена сущность по-*