



GLOBAL JOURNAL OF RESEARCHES IN ENGINEERING
GENERAL ENGINEERING
Volume 13 Issue 1 Version 1.0 Year 2013
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal
Publisher: Global Journals Inc. (USA)
Online ISSN: 2249-4596 Print ISSN:0975-5861

Начало Теории Состояний Транспортных Поток. Вывод И Решение Уравнений Состояний

Бу Профессор В.И.Гук

абстрактный - Из позиции теории систем движение транспортного потока является непрерывным изменением его состояния, что в упрощенной форме представляет собой переменную (вектор) и вместе со входной информацией (интенсивностью или скоростью) полностью определяет динамику транспортного потока. Поэтому, если рассматривать транспортный поток сам по себе, без входной интенсивности или скорости, то знание состояния потока в *i-тый* момент времени (вместе со знанием структуры и параметров) достаточно для того, чтобы предусмотреть его будущее движение (поведение). Начальные условия дифференциального уравнения также будут являть собой вектор состояния [37, 41, 64, 65]. Понятие состояние тесно связано с понятиями тип колебаний или гармоника. Через то, что состояние объекта не поддается непосредственному измерению, а измеряемые величины, изменяются препятствиями, состояние объекта может быть только оценено.

GJRE-J Classification : FOR Code: 091599, 010106

Strictly as per the compliance and regulations of :



Начало Теории Состояний Транспортных Поточков. Вывод И Решение Уравнений Состояний

Профессор В.И.Гук

абстрактный - Из позиции теории систем движение транспортного потока является непрерывным изменением его состояния, что в упрощенной форме представляет собой переменную (вектор) и вместе со входной информацией (интенсивностью или скоростью) полностью определяет динамику транспортного потока. Поэтому, если рассматривать транспортный поток сам по себе, без входной интенсивности или скорости, то знание состояния потока в i -тый момент времени (вместе со знанием структуры и параметров) достаточно для того, чтобы предусмотреть его будущее движение (поведение). Начальные условия дифференциального уравнения также будут являть собой вектор состояния [37, 41, 64, 65]. Понятие состояние тесно связано с понятиями тип колебаний или гармоника. Через то, что состояние объекта не поддается непосредственному измерению, а измеряемые величины, изменяются

препятствиями, состояние объекта может быть только оценено.

Введение

Как указывается в [19] в общем значении «состояние системы в момент t является таким набором данных о поведении системы, которого вместе с некоторым возможным входным влиянием, заданным при $t_0 < t < t_1$, достаточно для однозначного определения исходного сигнала для $t_0 < t < t_1$ при любом $t_j > t_0$ ».

Для транспортного потока, описываемого дифференциальными уравнениями первого порядка, начальное условие в момент t_0 будет состоянием потока в момент t_0 .

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial}{\partial \dot{x}} \int J dx - \frac{\partial}{\partial x} \int J dx + \frac{\partial}{\partial x} \int \frac{1}{C} dx + \frac{d}{dt} \int Q dx = \frac{d}{dt} \int N dx \quad (1.1)$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial}{\partial \dot{\lambda}} \int C d\lambda - \frac{\partial}{\partial \lambda} \int C d\lambda + \frac{\partial}{\partial \lambda} \int \frac{1}{J} d\lambda + \frac{d}{dt} \int \frac{1}{Q} d\lambda = \frac{d}{dt} \int V dt \quad (1.2)$$

$$\frac{\partial}{\partial \dot{x}} \int J dx = JV; \quad \frac{\partial}{\partial x} \int J dx = 0; \quad \frac{\partial}{\partial x} \int \frac{1}{C} dx = \frac{x}{C}; \quad \int Q dx = Qx; \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial}{\partial \dot{\lambda}} \int C d\lambda = CN; \quad \frac{\partial}{\partial \lambda} \int C d\lambda = 0; \quad \frac{\partial}{\partial \lambda} \int \frac{1}{J} d\lambda = \frac{\lambda}{J}; \quad \int \frac{1}{Q} d\lambda = \frac{\lambda}{Q} \quad (2.2)$$

где x -дистанция, dx и V - скорость, J - инерционность, C - напряженность, - количество потока, Q - плотность, M - интенсивность потока.

Соотношение (1.1),(1.2) и (2.1),(2.2) будем рассматривать как стандартную форму состояния, потому что выражение (1) является уравнением состояния, а выражение (2.) — уравнением типа вход — состояние — выход.

Далее рассмотрим уравнение движения потока вида

$$J \frac{dV}{dt} + QV(t) = N(t), \quad \text{для } t \geq 0, \quad (3)$$

или замещая

$$J\dot{V}(t) + QV(t) = N(t), \quad \text{для } t \geq 0,$$

отсюда

$$\dot{V}(t) = -\frac{Q}{J}V(t) + \frac{1}{J}N(t), \quad \text{для } t \geq 0$$

$$V(t) = V(0) + \int_0^t \frac{1}{J} e^{-Q(t-\tau)/J} N(\tau) d\tau \quad \text{для } t \geq 0. \quad (4)$$

Скорость $V(0)$ и входная интенсивность однозначно определяют скорость потока $V(t)$ при любом $t > 0$. Также, задавая скорость $V(t)$, любую переменную величину транспортного потока определим и так:

$$N_0(t) = QV(t), \quad \lambda(t) = JV(t) \quad (5)$$

автор : доктор технических наук.

Поэтому скорость V на подходе к перекрестку можно назвать состоянием транспортного потока в зоне участков улиц и дорог с препятствиями (перекресток, подъемы, знаки и т. п.).

Известно, что состояние — понятие абстрактно и может быть представлено разными способами. Поэтому, учитывая рекомендации [19, 66], дадим общее определение состоянию транспортного потока: Совокупность данных, которые характеризуют транспортный поток как динамическую систему, назовем состоянием транспортного потока, который должен удовлетворять такие два условия:

1. Для любого времени t состояние при t_i и заданных формах (волны) функций входных интенсивности или скорости, которые определены для t и дальше, однозначно определяется для любого времени $t > t_i$.
2. Состояние в момент времени t и входная интенсивность или скорость при t (или их производные) определяют однозначное значение любой переменной транспортного потока во времени t .

При движении транспортных потоков на городских улицах и дорогах для определения состояния потока также необходимо знать структуру светофорного цикла, а на магистралях с непрерывным движением — тип пересечения в разных уровнях или наличие поворотов с малыми радиусами, крутые подъемы и тому подобное.

Таким образом, понятие состояния является основным и фундаментальным понятием и формулируется: «Данное состояние транспортного потока в момент времени t_0 и все входные величины (интенсивность или скорость), которые определены для времени t_0 и дальше, полностью определяют поведение транспортного потока при всех $t > t_0$ ».

Будем различать согласно [19; 66] такие виды состояний:

1. Нулевое состояние, которое отвечает отсутствию движения транспортного потока и характеризуется двумя видами:
 - a) пустая дорога;
 - b) затор.

И в том, и в другом случае $N(t) = 0$, $V(t) = 0$.

2. Постоянное состояние транспортного потока, при котором интенсивность в любом сечении и скорость на любом участке дороги остаются неизменными в течение как угодно длительного промежутка времени, то есть

$$\frac{dV}{dt} = 0; \quad \frac{dN}{dt} = 0; \quad \frac{dQ}{dt} = 0 \quad (6)$$

Это постоянный режим движения транспортного потока по улично- дорожной сети при постоянных значениях интенсивности с постоянной скоростью.

3. Состояние равновесия является разновидностью отмеченных выше состояний, когда отсутствуют изменения интенсивности, скорости, дороги и одинаковые управляющие влияния водителей.

Поскольку в реальном транспортном потоке всегда имеют место флуктуации интенсивности и скорости, разные элементы городских улиц и дорог и разные управляющие влияния водителей, то состояние равновесия может быть устойчивым или изменчивым.

4. Периодическое состояние, что наиболее свойственно городскому движению на улично- дорожных сетях с модулируемой длиной перегона и изолированным регулированием. В итоге движение потока периодически останавливается.

Расчеты, связанные с определением транспортного состояния улично- дорожных сетей, будем выполнять с помощью схем замещения, составленных из однотипных идеализирующих элементов (графов связи), которые отображают наиболее характерные свойства элементов сети, независимо от их действительного назначения. Количественная характеристика этих свойств дается числовыми значениями параметров [112].

В схеме замещения любой улично- дорожной сети изображаются все участки и характерные пересечения этой сети, но за внешним видом схема будет заметно отличаться от схемы сети, поскольку в каждом элементе рассмотренной сети могут изменяться условия движения транспортного потока, что требуют соответствующего отображения в схеме замещения.

На рис. 1 представлен пример замещения перегона улицы. Схема замещения может отображать явления в соответствующих элементах реальной сети лишь приблизительно, с той или другой степенью точности. При решении практических задач придется выбирать наиболее простую, но приемлемую схему замещения. Поэтому составление такой схемы будет наиболее ответственной операцией при выполнении расчета. Схема замещения позволяет определить параметры режима для любого элемента сети путем наблюдений и измерений, а также делать моделирование элементов улиц, дорог и сетей. Основными элементами транспортных схем замещения (или просто схем) будут заданы интенсивности, расчетные (разрешенные) скорости автомобилей, плотность потока и его проезжаемость (динамический габарит). Известно, что транспортный поток является сложной системой с ярко выраженной нелинейностью. Однако в данном докладе система «транспортный поток» рассматривается как линейная из таких причин:

во-первых, характеристики транспортного потока имеют линейный характер в определенных областях изменения параметров,

во-вторых, детальное математическое исследование линейных систем достаточно простое, в то время как анализ более общей системы транспортного потока (города, страны) может оказаться

невозможным. Известно, что понятие линейности означает наличие некоторого вида пропорциональности между входными и исходными переменными [19].

Начало движения транспортного потока после включения «зеленого» сигнала совпадает с нулевым состоянием, потому реакция на нулевое входное воздействие (на отсутствие автомобилей) нулевая (скорость потока равняется нулю).

Если входная переменная (интенсивность) нулевая, а реакция системы, отличающаяся от нуля (скорость автомобилей, которые прошли пересечения дороги раньше, не равняется нулю), то эта реакция на нулевое входное влияние является единственно возможной реакцией для данного начального состояния. Аналогично определим реакцию на нулевое состояние, как реакцию транспортного потока на произвольное входное влияние при нулевом начальном состоянии.

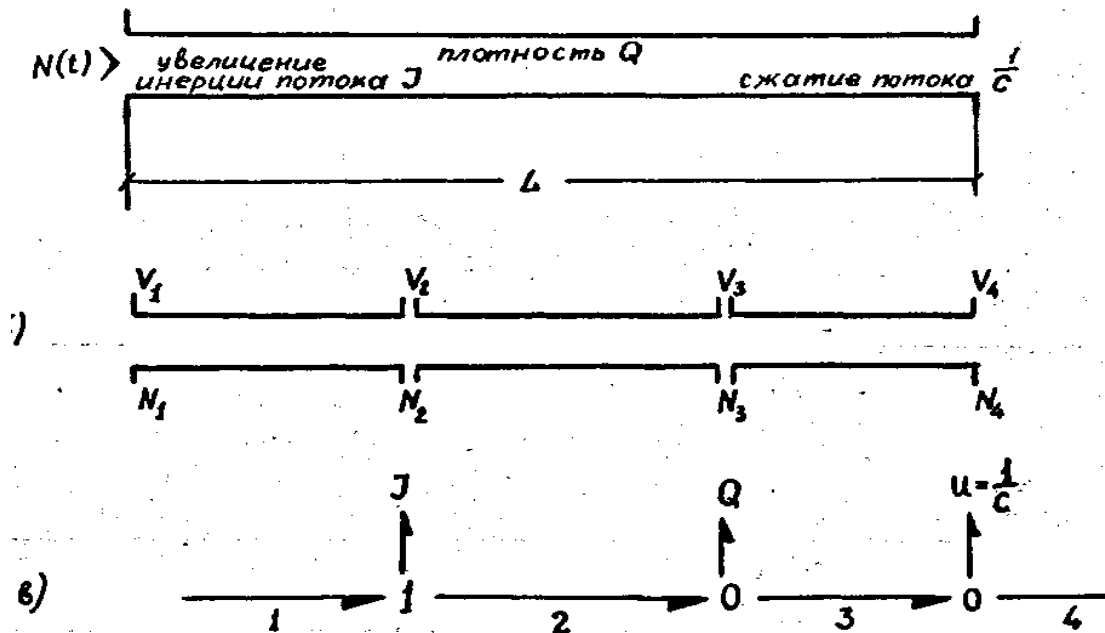


Рис. 1: Представление перегона улицы с одной полосой движения обобщенными параметрами транспортного потока: а) схема перегона с учетом его длины, сжатием потока на выходе (около светофора) и свойствами инерционности; б) схематическое изображение перегона; в) линейный график связей перегона: 1 — узел интенсивности, 0 — узел скорости

Если входная переменная (интенсивность) нулевая, а реакция системы, отличающаяся от нуля (скорость автомобилей, которые прошли пересечения дороги раньше, не равняется нулю), то эта реакция на нулевое входное влияние является единственно возможной реакцией для данного начального состояния.

Аналогично определим реакцию на нулевое состояние, как реакцию транспортного потока на произвольное входное влияние при нулевом начальном состоянии. Уравнениями состояния транспортного потока назовем любую систему уравнений, которая определяет режим его движения.

В более узком значении, уравнение состояния является системой дифференциальных уравнений первого порядка (табл.1), решенной относительно производных.

Метод анализа улично дорожной сети, основанный на составлении и решении систем дифференциальных уравнений первого порядка (уравнений состояния), является методом переменных состояний [66].

Дифференциальные уравнения первого порядка описывают, как установлено раньше, изменения интенсивности и скорости движения транспортного потока на разных участках улично дорожной сети, которые возникают в результате коммутации, то есть выходу или входу части автомобилей потока на перекрестках, примыканиях, подъемах и въездах.

Таблица 1: Уравнения движения автомобилей и измененных количества в потоке

N п/п	Уравнения	
	изменение количества потока	движение автомобилей в потоке
1	Общее уравнение	
	$C \frac{d^2\lambda}{dt^2} + \frac{1}{Q} \frac{d\lambda}{dt} + \frac{\lambda}{J} = V(t)$	$J \frac{d^2x}{dt^2} + Q \frac{dx}{dt} + \frac{x}{C} = N(t)$
1.2	$C \frac{dN}{dt} + \frac{N}{Q} + \frac{\lambda}{J} = V(t)$	$J \frac{dV}{dt} + QV + \frac{x}{C} = N(t)$
2	в начале потока	
2.1	$C \frac{d^2\lambda}{dt^2} = V(t)$	$J \frac{d^2x}{dt^2} = N(t)$
2.2	$C \frac{dN}{dt} = V(t)$	$J \frac{dV}{dt} = N(t)$
3	в потоке	
3.1	$C \frac{d^2\lambda}{dt^2} + \frac{\lambda}{J} = V(t)$	$J \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{x}{C} = N(t)$
3.2	$C \frac{dN}{dt} + \frac{\lambda}{J} = V(t)$	$J \frac{dV}{dt} + \frac{x}{C} = N(t)$
4	в конце неплотного потока	
4.1	$C \frac{d^2\lambda}{dt^2} + \frac{\lambda}{J} = 0$	$J \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{x}{C} = 0$
4.2	$C \frac{dN}{dt} + \frac{\lambda}{J} = 0$	$J \frac{dV}{dt} + \frac{x}{C} = 0$
5	в конце плотного потока	
5.1	$C \frac{d^2\lambda}{dt^2} + \frac{1}{Q} \frac{d\lambda}{dt} + \frac{\lambda}{J} = 0$	$J \frac{d^2x}{dt^2} + Q \frac{dx}{dt} + \frac{x}{C} = 0$
5.2	$C \frac{dN}{dt} + \frac{N}{Q} + \frac{\lambda}{J} = 0$	$J \frac{dV}{dt} + QV + \frac{x}{C} = 0$

На магистралях с регулируемым движением каждый перегон — это проезжая часть, которая состоит из трех элементов: участки, где происходит разгон автомобилей и скапливается инерционность и дорожный потенциал; участки движения автомобилей, где плотность транспортного потока является основным сопротивлением для движения автомобилей; участки торможения и скопления напряженности и транспортного потенциала. На участках с плотностью обычно наблюдается постоянный режим движения транспортного потока, а на участках с разгоном и торможением — переходные режимы, это участки выхода и входа на перекрестках. При переходном режиме движения интенсивность и скорость движения на всех участках улиц и дорог существенно отличается от значения интенсивности и скорости потока при постоянном режиме движения, которое приводит к нарушению нормальной работы автотранспорта и даже к ДТП.

На городских магистралях с регулируемым и нерегулируемым движением при разном расстоянии между перекрестками и разными некоординированными циклами включения сигналов светофоров имеет место непериодическое изменение скорости и интенсивности, и потому переходный режим движения автомобилей является одним из основных режимов.

Как уже было показано, значение интенсивности и скорости на любом перегоне улично-дорожной сети, их производные в начальный момент времени t_0 определяются независимыми начальными условиями: скоростью на выходе из перекрестка и интенсивностью на участках входа на перекресток, а также параметрами (транспортными характеристиками геометрических элементов, пропускной способностью и скоростью свободного движения) в момент времени t_0 . Следовательно, любая интенсивность или скорость на городской магистрали при $t > t_0$ может быть найдена по известным начальным данным в момент t_0 известным законам изменения интенсивности и скорости.

Скорость на выходе из перекрестка и интенсивность на входе необходимо рассматривать как основные переменные, что характеризуют состояние транспортного потока, потому что другие переменные зависят от них.

Литература

1. Директор З. Введение в теорию систем / Директор З., Рорер Р.; пер. с англ. под ред. Бусленко Н.П.– М.: Мир, 1974. – 464с.
2. Хоол А.Д. Опыт методологии для системотехники / Хоол А.Д. ; пер. с англ.–М.: Сов. Радио, 1975–448 с.
3. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. Оценивание параметров и состояния /Эйкхофф П.; пер. с англ.– М.: Мир, 1975.–684 с
4. Модникова О.Г. Вероятностная модель транспортного потока и шум ускорений / О.Г. Модникова // Математическое моделирование и оптимизация в задачах автотранспорта : тр. МАДИ.– М., 1980. С. 117–121.
5. Гук В.І. Транспортні потоки: теорія та її застосування в урбаністиці : наукове видання/ Гук В.І., Шкодовський Ю.М. –Харків: «Золоті сторінки», 2009. -232 с.