

УДК 656.13:005

Лямзин А.А., Хара М.В.

**СИСТЕМНЫЙ РЕИНЖИРИНГ
ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТРАНЗИТНОЙ СРЕДЕ
ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА**

Приазовский государственный технический университет,

Мариуполь, Университетская 7, 87500

Lyamzin A.A., Marina K.V.

**SYSTEM REENGINEERING TRANSPORT PROCESSES IN THE TRANSIT
AMONG THE INDUSTRIAL DISTRICT**

Pryazovskyi State Technical University,

Mariupol, vul. Universytets'ka 7, 87500

Аннотация. В работе рассмотрена проблема эффективности транспортных процессов в транзитной среде промышленного района. Статичность архитектуры линейных и узловых сегментов транспортных сетей, постоянный «конфликт интересов» лиц, формирующих пространственную и временную концентрацию транспортных процессов, обусловили проблему повышения их эффективности, как актуальную. Для ее решения предложен технологический механизм – системный реинжиниринг, позволяющий добиться скачкообразного улучшения, исследуемых процессов в заданных пространственных и географических координатах.

Ключевые слова: Реинжиниринг, транспортный процесс, промышленная зона.

Abstract. The paper considers the problem of efficiency of transport processes in the transit area of the industrial environment. Static architecture of linear and nodal segments of transport networks, the constant "conflict of interest" makers spatial and temporal concentration of transport processes, resulted in the problem of increasing

their efficiency, as the date. To solve the problem proposed technology mechanism - reinzhiring system, allowing to achieve abrupt improvement of the processes defined in spatial and geographic coordinates.

Key words: reengineering, transport process, industrial zone.

Вступление.

Транспортные процессы в среде промышленного района постоянно видоизменяются, не только по своей количественной, но и качественной характеристиках. Необходимость формирования инновационных технологий управления транспортными процессами возникла в условиях низкой устойчивости экономических процессов, характеризующихся как «оперативная воронка». Все это предопределило необходимость поиска научных механизмов построения концепций управления транспортными процессами. Реинжиниринг, в этом случае, является той универсальной технологией, которая позволит достичь поставленной в этой статье цели. *Системный реинжиниринг*, согласно формулировки данной разработчиком этой технологии *Майклом Хамером*, – фундаментальное переосмысление и радикальное перепланирование критических процессов, имеющее целью резко улучшить их выполнение с точки зрения, качества и скорости обслуживания [1].

Для постановки задачи и ее решения в данной работе, «отправной точкой» является - теоретический базис исследований транспортных процессов в узловом сегменте линейного элемента транспортных коммуникаций транзитной среды промышленного района на западе, основывающийся на функциональных возможностях гидродинамической модели Лайтхилла-Уизема [2].

Обзор литературы.

Сам по себе транспортный процесс в транзитной среде промышленного района характеризуется исключительно средними (т.е. микроскопическими) параметрами: средняя скорость, плотность, интенсивность. Два параметра (интенсивность и скорость или плотность и скорость) изображаются в виде графика и называются *фундаментальной диаграммой* (Fundamental Diagram) [3].

Уже из этого названия понятно, что ей придается исключительное значение. Фундаментальная диаграмма (ФД) – «камень преткновения» всей теории транспортного процесса в транзитной среде промышленных районов. Все крутится вокруг того, что в модели Лайтхилла-Уизема (и ей подобным моделям) ФД взята гладкой (дифференцируемой), а если ее строить по показаниям датчиков – на ней в области средних значений плотностей образуется «облако», никакой кривой не аппроксимируемое. Т.е., реально принятой в гидро- газодинамических моделях зависимости не существует [4].

Это привело к тому, что, с одной стороны, в ряде работ с помощью клеточных автоматов была воспроизведена эмпирическая ФД (пример такого автомата для двуполостного шоссе со съездами-въездами дан в работе.

Разработка и исследование эффективности различных методов управления транзитными транспортными потоками определяющими равновесным состоянием транспортного сектора в транзитной среде промышленных районов требует знания закономерностей их поведения на улично–дорожной сети (УДС) промышленных районов – интенсивности движения, плотности, распределения интервалов между транспортными средствами (ТрС) в потоке в заданном сечении, времени проезда по некоторому участку УДС, транспортных задержек и др.

Одним из главных направлений теоретических и экспериментальных исследований в теории транспортных потоков в течение многих лет является изучение зависимостей между основными характеристиками транспортного процесса (ТрП). Несмотря на это, до настоящего времени не устранены некоторые противоречия между реальными данными и теоретическими предпосылками в основных моделях ТрП [4,5]:

- рассеивание фактических данных параметров дорожного движения и детерминированные соотношения в макромоделях;

- постоянное значение отношения критической k_C и максимальной k_J плотности ТрП k_C/k_J для каждой из моделей и переменное значение отношения k_C/k_J в реальном ТрП;

– однотипность формы зависимости между параметрами транспортных потоков для каждой из моделей и изменение функциональной формы для реальных соотношений интенсивность – плотность, скорость – плотность;

– возможность разрывов между значениями характеристик ТрП при переходе от стабильного состояния к заторовому и гладкими соотношениями для теоретических макромоделей.

Основной текст.

Необходимость формирования инновационных технологий управления транспортными процессами в условиях низкой устойчивости экономических процессов, характеризуемых как «оперативная воронка». Все это предопределило необходимость поиска научных механизмов построения концепций управления транспортными процессами.

Реинжиниринг, в этом случае, является той универсальной технологией, которая позволит достичь поставленной в этой статье цели. **Реинжиниринг**, согласно формулировки данной разработчиком этой технологии Майклом Хамером, – фундаментальное переосмысление и радикальное перепланирование критических процессов, имеющее целью резко улучшить их выполнение с точки зрения, качества и скорости обслуживания.

Для постановки задачи в данной работе, «отправной точкой» является - теоретический базис исследований транспортных процессов на западе, основывающийся на функциональных возможностях гидродинамической модели Лайтхилла-Уизема[5].

Сам по себе транспортный процесс в транзитной среде промышленных районов характеризуется исключительно средними (т.е. микроскопическими) параметрами: средняя скорость, плотность (число автомобилей на единицу длины), интенсивность (число автомобилей, проходящих через любую данную точку дороги в единицу времени). Два параметра (интенсивность и скорость или плотность и скорость) изображаются в виде графика и называются *фундаментальной диаграммой* (Fundamental Diagram) [5].

Уже из этого названия понятно, что ей придается исключительное значение. Фундаментальная диаграмма (ФД) – «камень преткновения» всей теории транспортного процесса в транзитной среде промышленных районов. Все крутится вокруг того, что в модели Лайтхилла-Уизема (и ей подобным моделям) ФД взята гладкой (дифференцируемой), а если ее строить по показаниям датчиков – на ней в области средних значений плотностей образуется «облако», никакой кривой не аппроксимируемое [6]. Т.е., реально принятой в гидро- газодинамических моделях зависимости не существует.

Это привело к тому, что, с одной стороны, в ряде работ с помощью клеточных автоматов была воспроизведена эмпирическая ФД (пример такого автомата для двуполостного шоссе со съездами-въездами дан в работе.

Разработка и исследование эффективности различных методов управления транзитными транспортными потоками определяющими равновесным состоянием транспортного сектора в транзитной среде промышленных районов требует знания закономерностей их поведения на улично-дорожной сети (УДС) промышленных районов – интенсивности движения, плотности, распределения интервалов между транспортными средствами (ТрС) в потоке в заданном сечении, времени проезда по некоторому участку УДС, транспортных задержек и др.

Одним из главных направлений теоретических и экспериментальных исследований в теории транспортных потоков в течение многих лет является изучение зависимостей между основными характеристиками транспортного процесса (ТрП). Несмотря на это, до настоящего времени не устранены некоторые противоречия между реальными данными и теоретическими предпосылками в основных моделях ТрП [6]:

- рассеивание фактических данных параметров дорожного движения и детерминированные соотношения в макромоделях;

- постоянное значение отношения критической k_C и максимальной k_J плотности ТрП k_C/k_J для каждой из моделей и переменное значение отношения k_C/k_J в реальном ТрП;

– однотипность формы зависимости между параметрами транспортных потоков для каждой из моделей и изменение функциональной формы для реальных соотношений интенсивность – плотность, скорость – плотность;

– возможность разрывов между значениями характеристик ТрП при переходе от стабильного состояния к заторовому и гладкими соотношениями для теоретических макромоделей.

В рамках макроскопического подхода транспортный поток $\tilde{S} = \{\tilde{S}_i\}, i = 1, 2, \dots, n$ движущийся по улично-дорожной сети – дугам $\tilde{e}_i \in \tilde{E}$ орграфа G характеризуется общей средней скоростью v , плотностью потока k и интенсивностью движения I в определенный момент времени в определенной точке УДС.

На основе исследований дорожного движения и практики его организации выработаны многочисленные измерители и критерии. К наиболее часто применяемым показателям относятся:

- интенсивность движения I , авт./ч; авт./сут.;
- плотность транспортного потока k , авт./м, авт./км;
- скорость движения v , км/ч; м/с;
- продолжительность задержки движения D , с;
- состав транспортного потока $type^S$.

Транспортный поток \tilde{S} определен типом транспортных средств, составляющих его: $type^S \in T = \{\text{'рекреационный ТрС'}, \text{'муниципальные ТрС'}, \text{'легковой автомобиль'}, \text{'грузовые ТрС'}, \text{'большегрузные ТрС'}, \text{'пассажирские ТрС'}\}$, т.е. тип ТрС: $type^S \in T = \{1, 2, \dots, N\}$; где каждому типу поставлено в соответствие число: «велосипед» – 1, «мотоцикл» – 2, «гужевая повозка» – 3, «легковой автомобиль» – 4, «грузовик 1» – 5, «грузовик 2» – 6, «грузовик 3» – 7, «автобус» – 8, «троллейбус» – 9, «автопоезд» – 10.

Для приведения неоднородного по составу потока к «однородному», состоящему только из легковых транспортных средств, для каждого типа ТрС определен коэффициент приведения $k_i^{\tilde{S}}$.

Движение транспортных средств на перекрестке канализируется и подразделяется на право-, лево поворотные и прямые потоки, регламентированные направлениями соответствующих дуг графа УДС и установленными дорожными знаками. Интенсивность соответствующих потоков является весовыми характеристиками дуг.

В процессе развития микроскопических моделей транспортного потока, полученных в рамках классического подхода с использованием детерминированных зависимостей между интенсивностью, плотностью и скоростью транспортного потока в транзитной среде промышленных районов, к моделям предъявлялись все новые требования в соответствии с уровнем задач организации движения и перевозок: $v = f(k, k_j, v_0, v_w, z_1, \dots, z_n)$, где k и k_j – плотность потока и максимальная (заторовая) плотность потока, соответственно; v_0 – скорость свободного движения, т. е. максимально возможная скорость на участке дороги; v_w – скорость кинематической волны при заторовой плотности; Z_n, \dots, Z_1 – совокупность безразмерных параметров.

В силу постоянного изменения микрохарактеристик транспортного процесса в транзитной среде промышленного района может наблюдаться бесконечное множество сочетаний параметров, характеризующих процесс движения. В идеальной системе управления каждому возможному состоянию, в которой системе может пребывать время Δt , должна соответствовать вполне определенная совокупность управляющих воздействий на равновесное состояние транспортного сектора. Такое управление может быть реализовано только в том случае, если указанная совокупность может быть рассчитана и обработана за время, меньшее времени пребывания исследуемого объекта в состоянии не устойчивости.

Под системой управления будут приниматься объект и совокупность алгоритма и средств их реализации, объединенных для достижения цели, т.е. того, к чему стремится создатель системы.

Основные функциональные элементы системы (рис.1) следующие:

– датчики D_x и D'_x ; D_y и D'_y ; блок оптимизации; модель объекта; блок коррекции; исполнительный механизм; субъект.

– D_x и D'_x ; D_y и D'_y – датчики, при помощи которых оценивается состояние транзитной среды промышленного района.

В результате оценки состояния среды и объекта исследования вырабатываются их характеристики X_o и Y_o соответственно, на основе которых в блоке оптимизации рассчитывается усредненное воздействие U согласно заданной цели Z^* .

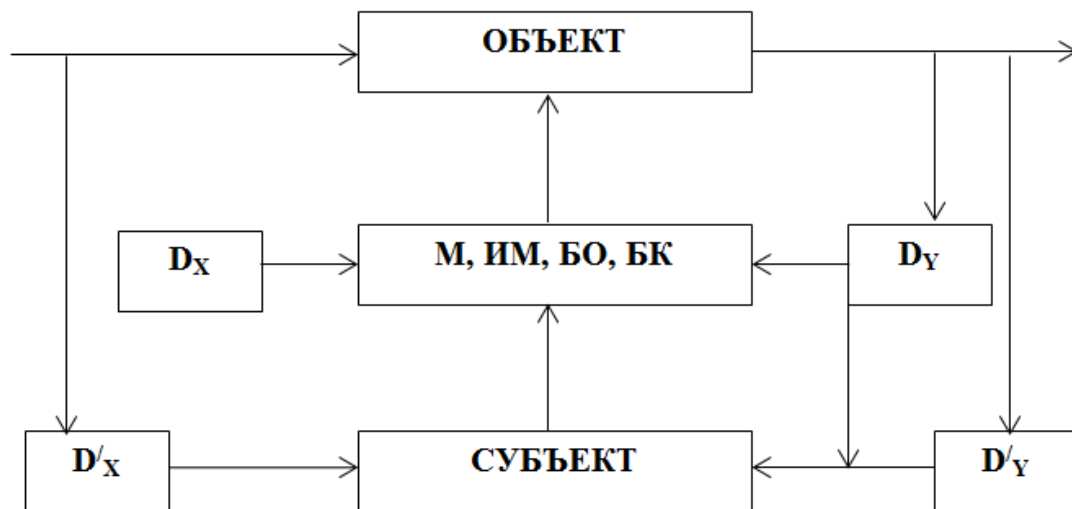


Рис.1. Общая схема процесса принятия решения по исследуемой проблеме

Причем истинные (действительные) значения упомянутых характеристик X^o и Y^o , вообще говоря, отличны от тех, которые формируют датчики, т.е. $X^o \neq X_o$ и $Y^o \neq Y_o$.

Исходная информация I , лежащая в основе принятия решения и оценивающая объект и среду: $I = \langle X_o, Y_o \rangle$.

Следует подчеркнуть, что указанная информация является неполной и учитывает только те стороны рассматриваемого процесса, которые являются существенными для управления равновесным состоянием и которые могут быть учтены в рамках тех средств, которые выделены на создание подсистемы сбора информации.

В связи с этим необходимо учитывать возмущение E – скрытые факторы, влияющие на состояние Y^0 объекта: $Y^0 = F(X^0, U, E)$.

Выбор управляющих воздействия U из области допустимых значений R происходит в соответствии с заданной целью управления Z^* и алгоритмом φ :

$$U = \varphi (X^0, Y^0, Z^*, C), \quad (1)$$

где

C – параметры модели объекта.

Блок коррекции позволяет уточнить значения параметров модели по мере получения информации о состоянии объекта управления.

Под субъектом понимается городской центр-управления (городской логистический центр), отражающий интересы процесса управления. Роль субъекта:

- корректировке (при необходимости) цели управления на разных этапах функционирования;

- вмешательству в процесс управления при возникновении ситуации, непредусмотренной в модели, например большом рассогласовании в системе обеспечения равновесного состояния.

- изменению некоторых параметров в модели.

Следует отметить, что одной из особенностей рассматриваемой системы является то, что ее объект активный, т.е. состояние Y^0 объекта зависит не только от характеристик X^0 среды и воздействий U , но и от параметров W , которые изменяются в зависимости от собственных целей Z^* объекта. Эти цели, как правило, отличаются от целей управления Z^* системы.

Таким образом, состояние Y^0 объекта является функцией характеристик среды X^0 , воздействий U , параметров W : $Y^0 = F (X^0, Y^0, U, W)$. Вследствие этого принятие решения заключается в нахождении U , W , удовлетворяющих условиям:

$$z^*: Q_U (U, W) \rightarrow \frac{\min}{U \in R_U} \Rightarrow U^*, \quad (2)$$

и

$$Z_0^*: Q_W(U, W) \rightarrow \frac{\min}{W \in R_W} \Rightarrow W^* \quad (3)$$

где

Q_U, Q_W – целевые функции управления и объекта соответственно;

R_U, R_W – множества допустимых значений соответственно для U, W ;

U^*, W^* – оптимальные значения воздействий.

Резюмируя, можно отметить, что процесс управления в основном определяется: целью управления Z^* , характеристиками X^0 среды и Y^0 объекта, алгоритмом φ , воздействием V_0 на объект.

В качестве дополнительного параметра к существующей системе параметров дающих оценку эффективности транспортного сектора, рекомендуется оценка равновесного состояния транспортного сектора в транзитной среде промышленных районов.

Результаты. Обсуждение и анализ.

Используя полученные опытным путем количественные оценки и научный базис, представлена формализованная запись и алгоритм решения задачи оценки потенциала транспортных процессов в транзитной среде промышленных районов в условиях существующей транспортной сети промышленных районов (4), рис.2.:

$$\langle S_o, T, Q / S, A, B, Y, f, K, Y_{opt} \rangle, \quad (4)$$

где:

слева от вертикальной черты расположены не известные, а справа – известные элементы задачи:

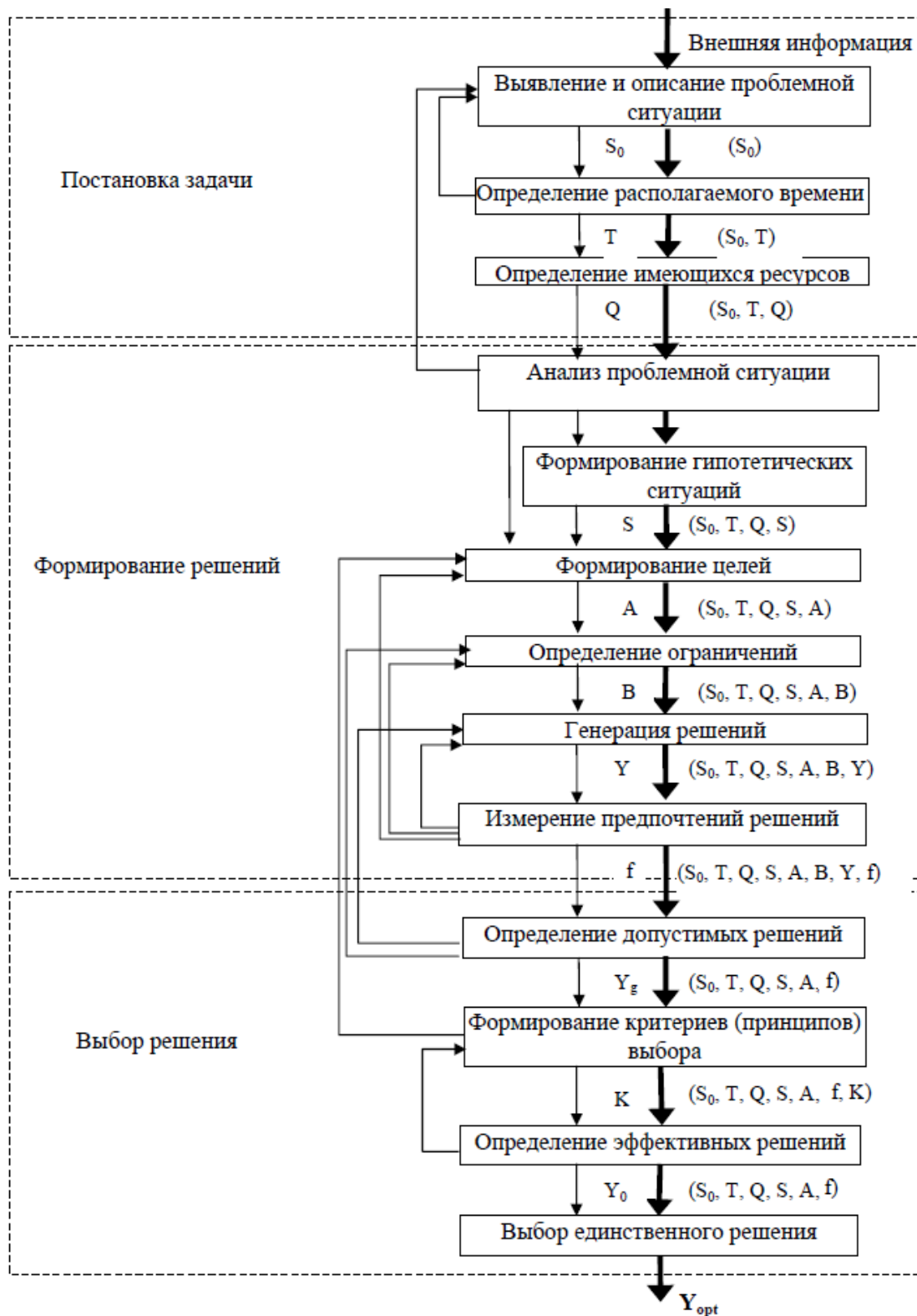


Рис. 2. Алгоритм оценки эффективности транспортных процессов в транзитной среде промышленного района

S_0 – качественная оценка потенциала системы «транзит»;

T – время, выделяемое на получение оценки;

Q – имеющиеся для принятия решения информационные ресурсы (наличие параметрических данных, характеризующих состояние транспортной сети: связанность городской «транзитной» сети (A), спрямленность сети ($C_{\text{спрямленности}}$), доступность маршрутов в транспортной сети (d_m));

$S = (S_1, \dots, S_n)$ – множество альтернативных характеристик транспортной сети промышленных районов, уточняющих функциональность системы «транзит» S_o ;

$A = (A_1, \dots, A_k)$ – множество целей, преследуемых при получении количественной оценки потенциала системы «транзит» принятия решения;

$B = (B_1, \dots, B_L)$ – множество ограничений;

$Y = (Y_1, \dots, Y_m)$ – множество альтернативных вариантов оценки потенциала системы транзит;

f – функция предпочтения ЛПР;

K – критерий выбора наилучшего результата оценки;

Y_{opt} – оптимальное решение (конечная оценка).

Заключение и выводы.

Была рассмотрена проблема эффективности транспортных процессов в транзитной среде промышленного района.

Был разработан алгоритм оценки эффективности транспортных процессов в транзитной среде промышленного района, на основе технологического механизма - системного реинжиниринга.

Литература:

1. М. Хаммер, Дж. Чампи. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. Пер. с англ. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 1997. – 332 с.

2. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофимов Ю.В., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда. М.: ИНФРА-М, Ч. 1, 2. 1998, 2001.

3. Ardekani, S., Herman, R. (1987), "Urban network-wide traffic variables and their relations", Transportation Science 21 (1), P. 1–16.

4. Вельможин А.В., Гудков В.А. Основы теории транспортных процессов и систем: Учеб. пособие. – Волгоград, 1992. – 189 с.

5. Морозов И.И. и др. Численное исследование транспортных потоков на основе гидродинамических моделей // Компьютерные исследования и моделирование 2011 Т.3№ 4 с. 389- 412.

6. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков //Автоматика и телемеханика.2003. No 11. С. 3–46

Статья отправлена: 30.11.2015 г.

© Лямзин А.А., Хара М.В.