

УДК 656.13:658

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Горяинов А.Н.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Введение. Логистические принципы управления позволяют значительно повысить конкурентоспособность предприятия. Это достигается за счет более эффективного использования имеющихся ресурсов (материальных, трудовых и др.) [1]. Системное рассмотрение проблемы сокращения затрат на всех этапах движения материального потока выделяет различные направления такого сокращения. Одно из направлений – повышение эффективности работы транспорта в рамках логистической системы [2].

Анализ последних достижений и публикаций. Современная литература, рассматривающая вопросы работы транспорта в рамках логистической системы, в большей степени направлена на решение таких задач, как оптимизация видов и типов транспортных средств, комплексное планирование транспортно-складских процессов, рационализация маршрутов продвижения материальных потоков и др. [3]. Работа автотранспорта ограничивается рассмотрением лишь основных элементов транспортного процесса (например, [4]). Остаются недостаточно рассмотренными особенности работы транспорта с учетом характеристик материального потока.

Цель работы. Определить взаимосвязь между организацией работы автотранспорта и характеристиками материального потока.

Материал и результаты исследования. Анализ литературных источников позволяет сделать следующий вывод. На современном этапе развития логистики недостаточно глубоко определены характеристики грузопотоков (материальных потоков) и их взаимосвязь с транспортными потоками (в рамках данной статьи будем отождествлять грузопотоки с материальными потоками). Наиболее полный перечень параметров грузопотоков в логистической системе представлен в [5] и включает:

- общее количество перемещаемых грузов за некоторый период;
- размеры транспортных партий грузов;
- средний размер транспортной партии;
- расстояние перевозок;
- число наименований грузов в транспортных партиях;
- среднее число наименований грузов в транспортных партиях;
- число грузовых мест в транспортных партиях;
- среднее число грузовых мест в транспортной партии;
- тип и конструкция грузовых транспортных единиц;
- размеры и масса брутто и нетто грузовой транспортной единицы;

- время прибытия или отправления транспортных партий грузов;

- интервалы времени между прибытиями или отправлениями транспортных партий грузов;

- средний интервал времени между прибытиями или отправлениями транспортных партий;

- стоимость транспортных партий грузов.

В тоже время, в данном перечне не учтен ряд параметров, которые широко использовались в теории организации и управления автомобильными перевозками. В частности, такие параметры, как структура (класс груза), время освоения, неравномерность [6], повторность, партионность [7], грузонапряженность [8], грузооборот [6-9], скорость, величина потока в единицу времени [9]. Указанные параметры в большей степени характеризуют грузопотоки всей системы, нежели отдельные потоки между участниками логистической системы.

Принимая во внимание вышеизложенное, можно предложить классификацию параметров грузопотоков в логистической системе (рис. 1). В этой классификации выделены параметры, которые характеризуют отдельно участников логистической системы, отдельно саму систему и параметры, имеющие общие свойства, как с участниками системы, так и со всей системой в целом.

Рассматривая далее вопросы взаимосвязи работы транспорта от характеристик материального потока, необходимо отметить следующее. В литературных источниках отсутствуют систематизированные данные о трансформации материального потока в транспортный, не приводятся данные о формализации такой трансформации. Взаимосвязь грузопотоков и транспортных потоков описывается на качественном, обобщенном уровне (рис. 2, по данным [9]). Существующая схема организации работы транспорта базируется на одностороннем подходе к определению параметров его работы. Транспорт не рассматривается как составляющая транспортного потока, как производная от грузопотока. Отсюда и отсутствие единой системы формализованных взаимосвязей грузопотока и транспортного потока.

Представляет определенный научный интерес и обратная зависимость – влияние характеристик транспортного потока на материальный (или грузопоток). Однако исследования по определению такой зависимости в литературе не представлены.

Учитывая предложенную классификацию параметров грузопотоков (рис. 1), необходимо пересмотреть систему организации и управления транспортным потоком. В частности, требует пересмотра организация работы автотранспорта.

В качестве примера, рассмотрим задачу по обслуживанию транспортом логистической системы, которая состоит из одного производственного предприятия (ПП) и десяти розничных потребителей (рис. 3). Информация про характеристики грузопотока представлена в табл. 1, 2.

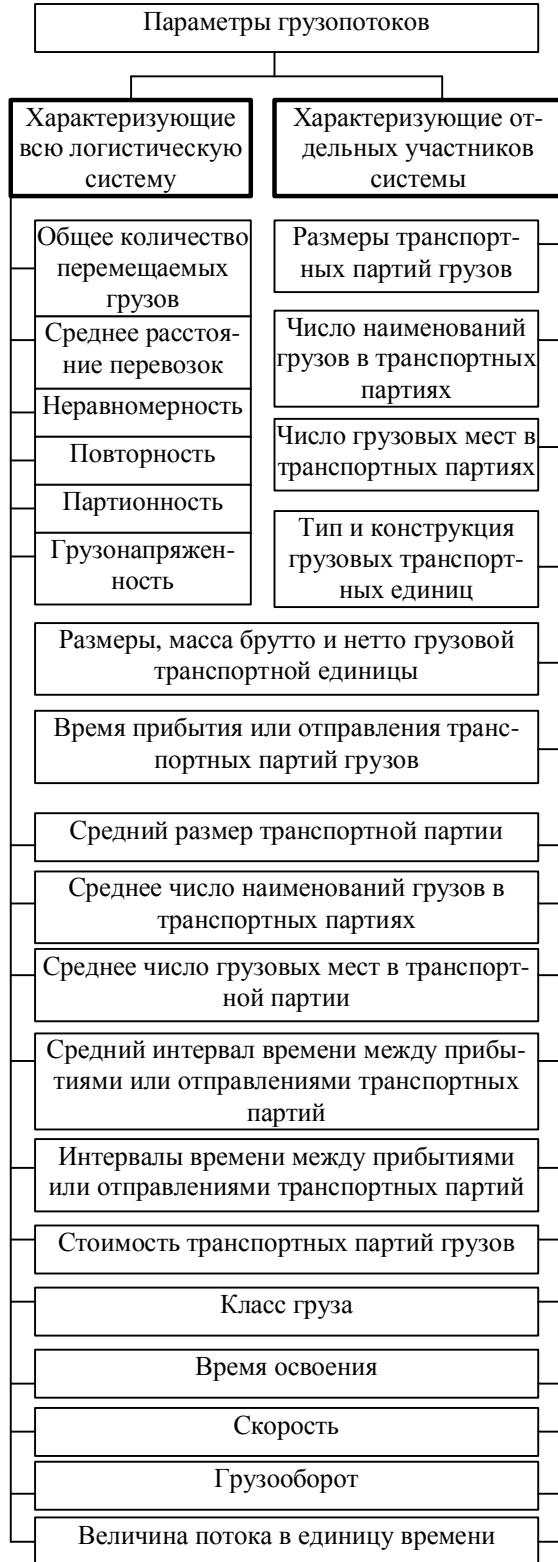


Рисунок 1 - Классификация параметров грузопотоков в логистической системе (по данным [5-9])

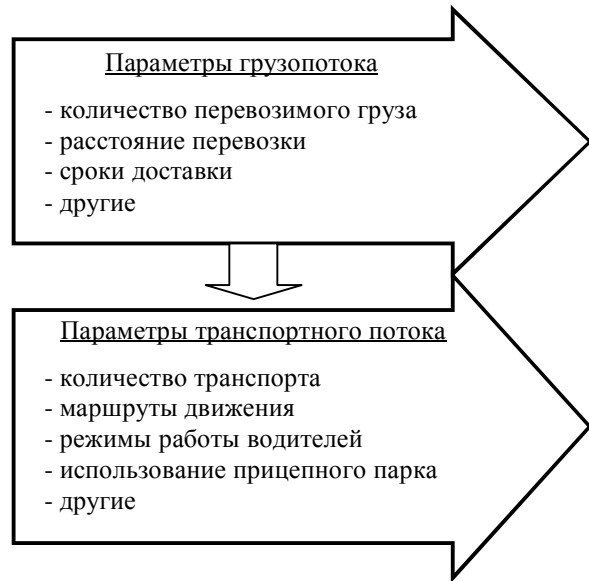


Рисунок 2 - Качественная взаимосвязь грузопотока и транспортного потока (по данным [9])

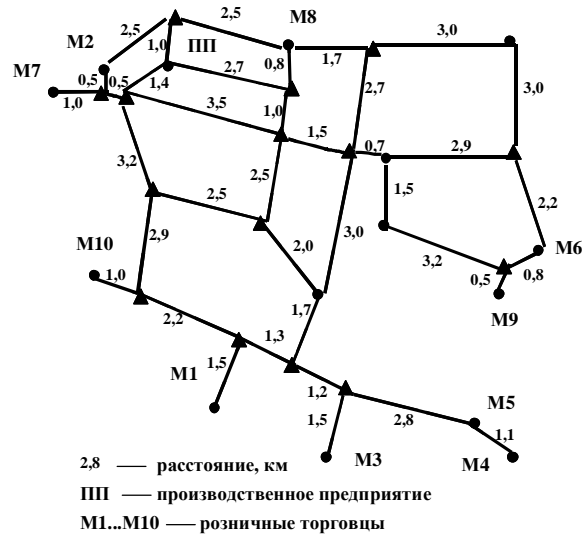


Рисунок 3 - Транспортная схема района перевозок

Таблица 1 – Характеристика спроса (грузопоток 1)

Условное обозначение розничного торговца	Объемы завоза (в ящиках за сутки)		
	товар 1	товар 2	товар 3
M1	14	18	38
M2	7	17	7
M3	6	37	30
M4	11	21	34
M5	13	20	39
M6	6	16	21
M7	15	39	16
M8	17	33	31
M9	24	40	17
M10	18	14	32

**Таблица 2 –
Характеристика грузовой единицы
(первичной упаковки) - грузопоток 1**

Наименование товара	Масса брутто, кг	Размеры, мм (внешние)		
		длина	ширина	высота
товар 1	12,65	420	335	450
товар 2	9,74	420	270	215
товар 3	11,29	423	327	200

Отличительной особенностью представленных исходных данных (табл. 1, 2) является то, что заданы характеристики товаров, которые необходимы розничным потребителям (так называемый товарный поток, который не обязательно может быть грузовым потоком). Обозначим данный поток как грузопоток 1. Приведенные данные отличаются от существующего подхода организации работы автотранспорта, согласно которого используются данные про объемы перевозок, выраженные в тоннах груза и с заданным классом груза. Зачастую при таком подходе данные про объемы перевозок задаются за месяц, а то и за год. Переход на суточные объемы перевозок осуществляется делением на количество дней работы. Использование данного подхода имеет ряд недостатков.

Во-первых, знание объемов перевозок и класса груза не позволяет определить степень использования геометрических параметров транспорта (внутренние размеры кузова).

Во-вторых, при организации перевозок используется усредненный показатель коэффициента использования грузоподъемности (на основании класса груза). Это приводит к погрешности при организации перевозок, так как практически каждый товар (груз) имеет свое собственное значение коэффициента. Развитие технологий упаковки и появление новых изделий постоянно корректирует эти значения, что затрудняет ведение базы данных по различным товарам. Тем более затруднительно использовать коэффициент использования грузоподъемности при одновременной перевозке нескольких видов товаров.

В-третьих, использование объемов перевозок отличных от суточных (недельных, месячных, годовых) не позволяет учитывать дискретность обслуживаемого грузопотока и его временные характеристики.

Следующей задачей необходимо определить окончательный вид грузовой транспортной единицы, которая будет обслуживаться транспортом. Выбор вида грузовой транспортной единицы является одной из основных задач оптимизации материального потока. Решение этой задачи осуществляется с учетом современных технологий доставки грузов, особенностью которых является выполнение перевозок с минимальными денежными и временными затратами. Поэтому перспективным является использование укрупненных единиц груза при перевозках.

Не вдаваясь в возможные варианты составления укрупненных грузовых единиц, остановимся на следующих ограничениях:

- для формирования грузовых единиц использовать поддоны с размерами 1200x800x150мм;
- максимальные размеры в плане пакета – 1240x840мм;
- масса брутто пакета не более 1000кг, масса поддона – 26кг;
- высота пакета выбирается с учетом используемого транспортного средства и с учетом перевозимого объема груза.

Последнее ограничение затрагивает такой параметр транспортного потока как тип и марка транспортного средства, с последующим влиянием на параметр – количество транспортных средств. Решение задачи определения типа и марки транспортного средства может привести к тому, что изменятся характеристики грузопотока. Это подтверждает существование зависимости не только транспортного потока от грузопотока, но и обратной. В рассматриваемом примере примем следующие характеристики транспортного средства – табл. 3.

**Таблица 3 –
Характеристики транспортного средства**

Размеры платформы (длина, ширина, высота), мм			Грузоподъемность, кг
4586	2358	2315	2300

С учетом представленных ограничений, формируем транспортные пакеты для каждого розничного торговца. Пример сформированного пакета для розничного торговца М1 представлен на рис. 4.

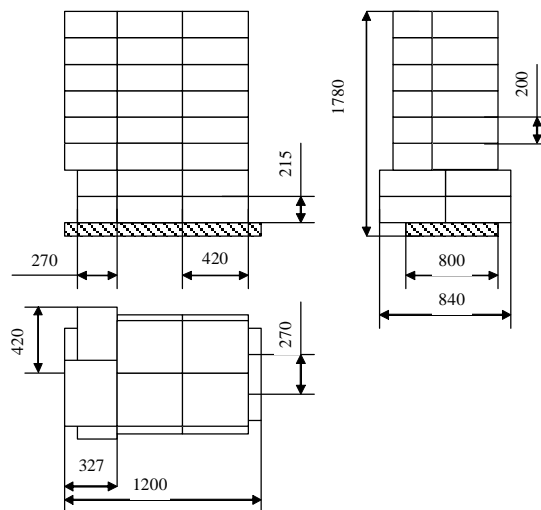


Рисунок 4 - Схема размещения ящиков в пакете 1 для розничного торговца М1

Принимая во внимание параметры отдельных товаров и объем завоза в М1, формируем два пакета. Характеристики пакетов по розничным торговцам представлены в табл. 4. В совокупности дан-

ные грузы представляют собой другой грузопоток. Обозначим его грузопоток 2.

**Таблица 4 –
Данные про объемы перевозок (грузопоток 2)**

Получатель	Объем перевозок			
	Пакет 1 (кг)	Пакет 2 (кг)	Пакет 3 (кг)	Всего (тонн)
M1	520,54	312,9	-	0,833
M2	359,16	-	-	0,359
M3	440,6	386,38	-	0,827
M4	440,6	338,95	-	0,78
M5	440,6	410,96	-	0,852
M6	257,74	263,09	-	0,521
M7	411,56	390,69	-	0,802
M8	411,56	375,99	176,91	0,964
M9	331,62	470,03	161,48	0,963
M10	331,62	445,72	-	0,777

Сравнивая грузопоток 1 и грузопоток 2 можно легко определить отличие в ряде параметров. Например, суммарное значение грузопотока 1 – 7,132т (по данным табл. 1, 2), а грузопотока 2 – 7,678т (по данным табл. 4). На первый взгляд небольшое отличие. Однако, каково влияние данных грузопотоков на значение коэффициента использования грузоподъемности. Если при перевозке грузов в ящиках коэффициент использования грузоподъемности может быть равен единицы, то при перевозке транспортных пакетов он всегда будет меньше единицы. Аналогично можно проследить отличия и в других параметрах рассматриваемых грузопотоков.

Далее проведем сравнение в определении маршрутов движения транспортных средств грузопотока 1 и грузопотока 2. При этом, обслуживание грузопотока 1 будем рассматривать с существующих позиций организации работы автотранспорта (по данным объемов перевозок и класса груза), а грузопоток 2 на основании существующего и нового подхода, который учитывает взаимосвязь грузопотока с транспортным.

Рассматриваемые объемы перевозок относятся к мелкопартионным перевозкам [7]. Поэтому целесообразно использовать развозочные маршруты движения транспортных средств. Для грузопотока 1 необходимо определить объем перевозок (в тоннах) и коэффициент использования грузоподъемности. Данные про объем перевозок по грузопотоку представлены в табл. 5. Данные про коэффициент использования грузоподъемности приведены в табл. 6.

**Таблица 5 –
Данные про объемы перевозок (грузопоток 1)**

Получатель	M1	M2	M3	M4	M5
Объем, т	0,781	0,333	0,775	0,728	0,8
Получатель	M6	M7	M8	M9	M10
Объем, т	0,469	0,75	0,886	0,885	0,725

Согласно табл. 6 коэффициент использования грузоподъемности приближается к единице. Поэтому для расчетов принимаем среднее значение

коэффициента использования грузоподъемности по всем грузам равным единице.

**Таблица 6 –
Расчет коэффициента использования грузоподъемности**

Наименование товара (груза)	Максимальное количество ящиков в транспортном средстве		Коэффициент использования грузоподъемности
	по объему	по грузоподъемности	
товар 1	350	181	0,996
товар 2	800	236	0,999
товар 3	770	203	0,996

Используя метод Кларка-Райта, который имеет программную реализацию, определяем маршруты движения транспортных средств. Информация про полученные маршруты представлена в табл. 7.

**Таблица 7 –
Характеристика маршрутов (при обслуживании грузопотока 1 и грузопотока 2) на основании существующего подхода**

Маршрут	Объем перевозок, т		Коэффициент использования грузоподъемности	
	Грузопоток 1	Грузопоток 2	Грузопоток 1	Грузопоток 2
ПП-М2-М7-ПП	1,083	-	0,47	-
ПП-М3-М1-М10-ПП	2,281	-	0,99	-
ПП-М4-М5-ПП	1,528	1,632	0,66	0,71
ПП-М6-М9-М8-ПП	2,24	-	0,97	-
ПП-М1-М3-ПП	-	1,66	-	0,72
ПП-М7-М2-М8-ПП	-	2,125	-	0,92
ПП-М9-М6-М10-ПП	-	2,261	-	0,98
Всего	7,132	7,678	-	-

Согласно табл. 7 видно, что большинство маршрутов для грузопотоков 1 и 2 не совпадают, хотя значения объемов перевозок не совпадают менее чем на 10%. Другой особенностью представленных данных является их разное соответствие реальности. Это можно пояснить следующим образом.

Для грузопотока 1 наименьшей грузовой единицей является ящик. Проведенный предварительный анализ размещения товаров в транспортном средстве, с большой долей вероятности свидетельствует о выполнении запланированных маршрутов. То есть, ввиду небольших размеров ящика, существует возможность варьирования размещением ящиков в кузове транспортного средства. Хотя, при уменьшении разницы между максимальными значениями ящиков, которые могут размещаться в транспортном средстве (см. табл.6), требуются дополнительные проверки верности построенных маршрутов.

Для грузопотока 2 наименьшей грузовой единицей является транспортный пакет. Согласно введенным ограничениям, размер в плане транспортного пакета не должен превышать 1240x840мм. Учитывая размеры платформы кузова транспортного средства, можно определить максимальное количество транспортных пакетов, размещаемое в нем. Их количество составляет – 6 (рис. 5). Используя это значение, а также данные табл. 4 и 7, можно определить, что маршрут ПП-М9-М6-М10-ПП не может быть выполнен. Суммарное количество пакетов по этому маршруту должно составлять – 7, а максимально возможное – 6.

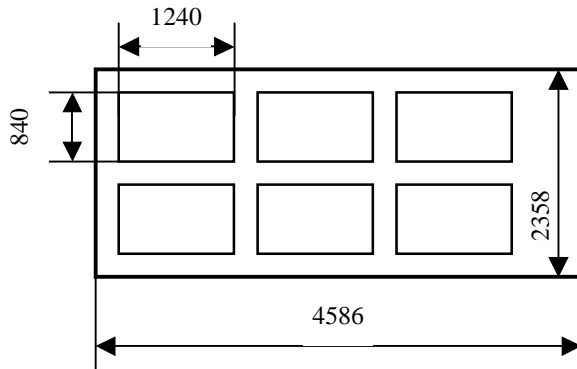


Рисунок 5 – Схема размещения транспортных пакетов в транспортном средстве

Приведенный расчет наглядно показывает недостаток существующего подхода к организации работы автотранспорта. Для ликвидации данного недостатка предлагается следующая методика проведения расчетов. Предлагается ввести новые показатели, характеризующие весовые и геометрические параметры грузового потока и транспортного потока:

$$q_s = S_{mp} \cdot q_n, \quad (1)$$

$$Q_s = \frac{2 \cdot S_{mp} \cdot q_n}{\left(\frac{S_{mp}}{S_m} + \frac{q_n}{q_m} \right) - \left| \frac{S_{mp}}{S_m} - \frac{q_n}{q_m} \right|}, \quad (2)$$

где q_s - грузоподъемность транспортного средства с учетом площади кузова, м²т; Q_s - объем перевозок к розничному торговцу с учетом площади пакетов, в которых перевозится груз и с учетом характеристик транспортного средства, м²т; q_n - номинальная грузоподъемность транспортного средства, т; q_m - объем перевозок к розничному торговцу, т; S_{mp}, S_m - соответственно площадь кузова транспортного средства и площадь пакетов с грузом, которые перевозятся к розничному торговцу, м². Определяются по формулам:

$$S_{mp} = n_{max} \cdot S_n, \quad (3)$$

$$S_m = n_m \cdot S_n, \quad (4)$$

где n_m, n_{max} - соответственно количество пакетов груза, которое необходимо перевести к розничному торговцу и максимальное количество пакетов груза, которое может разместиться в транспортном средстве; S_n - площадь одного пакета, м². В рассматриваемом примере принимаем размеры в плане – 1240x840мм, то есть $S_n = 1,042 \text{ м}^2$.

Для рассматриваемого примера имеем следующие значения:

$$S_{mp} = 6 \cdot 1,042 = 6,252 \text{ м}^2$$

$$q_s = 6,252 \cdot 2,3 = 14,380 \text{ м}^2 \text{ т}$$

$$S_{m1} = 2 \cdot 1,042 = 2,084 \text{ м}^2$$

$$Q_{s1} = \frac{2 \cdot 6,252 \cdot 2,3}{\left(\frac{6,252}{2,084} + \frac{2,3}{0,833} \right) - \left| \frac{6,252}{2,084} - \frac{2,3}{0,833} \right|} = 5,208 \text{ м}^2 \text{ т}$$

Аналогично рассчитываются значения для остальных розничных торговцев. Результаты расчетов представлены в табл. 8. Далее используется тот же метод составления маршрутов. Результаты расчетов представлены в табл. 9.

Таблица 8 – Данные про объемы завоза (грузопоток 2) на основании предлагаемого подхода

Розничный торговец	Площадь пакетов с грузом, м ²	Объем перевозок, м ² т	Розничный торговец	Площадь пакетов с грузом, м ²	Объем перевозок, м ² т
М1	2,084	5,208	М6	2,084	4,793
М2	1,042	2,397	М7	2,084	5,014
М3	2,084	5,17	М8	3,126	7,19
М4	2,084	4,877	М9	3,126	7,19
М5	2,084	5,327	М10	2,084	4,858

Таблица 9 – Характеристика маршрутов (при обслуживании грузопотока 2) на основании предлагаемого подхода

Маршрут	Объем перевозок, т	Длина маршрута, км	Коэффициент использования грузоподъемности
ПП-М1-М3-ПП	1,66	29,3	0,72
ПП-М4-М5-ПП	1,632	25,5	0,71
ПП-М6-М9-ПП	1,484	23,4	0,64
ПП-М7-М2-М10-ПП	1,938	21,0	0,84
ПП-М8-ПП	0,964	7,0	0,42
Всего	7,678	106,2	-
Среднее	1,536	21,24	0,67

Согласно данным табл. 9 можно сделать вывод, что на всех маршрутах выполняется ограничение по максимальному количеству размещаемых пакетов.

В рамках рассматриваемого примера определим следующие зависимости между транспортными и грузовыми потоками: зависимости длины маршрута и количества маршрутов движения от объема поставки (рис. 6-8).

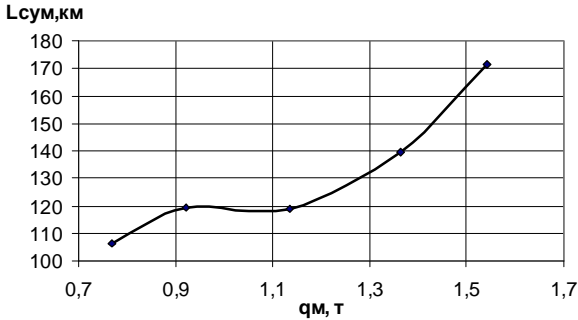


Рисунок 6 – График зависимости суммарной длины маршрутов движения транспортных средств от среднего объема поставок розничному торговцу

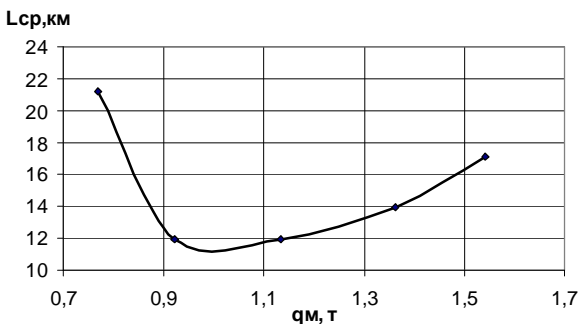


Рисунок 7 – График зависимости средней длины маршрута движения транспортных средств от среднего объема поставок розничному торговцу

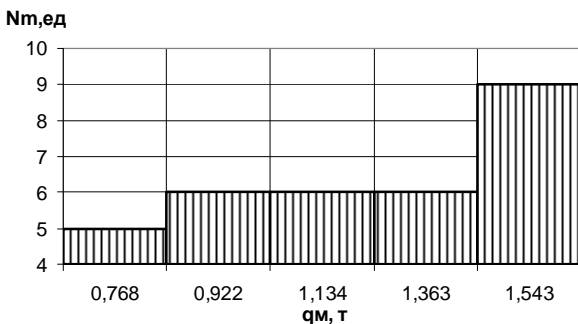


Рисунок 8 – График зависимости количества маршрутов движения транспортных средств от среднего объема поставок розничному торговцу

Для получения представленных зависимостей варьировались значения объемов поставок по всем розничным торговцам. Определялось среднее значение объема поставок (среднее арифметическое). Далее пересчитывались значения показателя Q_s (формула 2) и определялись маршруты движения.

На основании расстояний между участниками логистической системы (рис. 1), определялись значения расстояний маршрутов. Все остальные показатели оставались неизменными.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Увеличение габаритных размеров грузовой транспортной единицы приводит к увеличению погрешности при составлении маршрутов движения транспортных средств в случае использования существующего подхода к организации работы автотранспорта.

2. Использование предложенного подхода позволяет формализовать процедуру трансформации грузового потока в транспортный поток. Это позволяет повысить точность планирования работы транспорта, что позитивно отразится на работе логистической системы.

3. Требуют дальнейшего изучения зависимости функционирования материальных и транспортных потоков от территориальных особенностей района перевозок. Можно предположить определение экстремальных значений исследуемых функций.

4. Перспективным является исследование воздействия параметров транспортного потока на грузопоток.

5. Необходима разработка системы показателей транспортного потока и согласование их с вопросами эффективного управления транспортом.

6. Целесообразна дальнейшая проработка количественных взаимосвязей параметров материальных потоков и параметров работы транспорта (в частности автотранспорта).

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов В.И. Логистика. – М.: Проспект, 2005. – 488с.
2. Транспортная логистика. Под общ. ред. Л.Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2002. – 512с.
3. Николайчук В.Е. Транспортно-складская логистика. – М.: Дашков и К. 2005. – 452с.
4. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. – 2-е изд, стер. – М.: Академия, 2004. – 288с.
5. Маликов О.Б. Деловая логистика. – СПб.: Политехника, 2003. – 223с
6. Афанасьев Л.Л., Цукерберг С.М. Автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1973. – 320с.
7. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. — 2-е изд., перераб. и доп.— К.: Вища шк., 1986. — 447 с.
8. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок. Под ред. Л.А.Александрова. – 2-е изд., перераб.и доп. – М.:Высш.шк., 1986. – 336с.
9. Курганов В.М. Логистические транспортные потоки. – М.:Дашков и К, 2003. – 252с.

Статья поступила 31.10.05 г.
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Самойленком Н.И.