

7. Korobkov M. V.. *Organizacija podgotovki i obespechenie jekspluatacii avtomobilej v zimnij period*. M., 1988, (avtomob. transp. Ser.4, Tehn. jekspluatacija i remont avtomobilej: Obzor i inform. / M-vo avtomob. transp. RSFSR, CBNTI; vyp. 8).

8. Kramarenko G. V., Nikolaev V. D., Shatalov A. I. *Bezgarazhnoe hranenie avtomobilej pri nizkih temperaturah* [Outside storage of cars at low temperatures]. Moscow, Transport, 1984, 136 p.

9. Mikulin Ju. V., Karnickij V. V., Jenglin B. A. *Pusk holodnyh dvigatelej pri nizkoj temperature* [Starting of cold engines at low temperature]. Moscow, Mashinostroenie, 1971, 216 p.

10. Robustov V. V. *Sistemnyj analiz faktorov vlijaniya na uspeh puska DVS v uslovijah nizkih otricatej'nyh temperatur* [The system analysis of influence's factors on success of starting internal

combustion engines in the conditions of low negative temperatures]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2006, no 3, pp. 100 -104.

Киселева Лариса Николаевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ) (644080, Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e - mail: azsibadi@mail.ru)

Kiselyova Larisa Nikolaevna (Russian Federation, Omsk) - Candidate of Technical Sciences, the associate professor "Operation and car repairs" The Siberian state automobile and road academy (644080, Omsk, Mira Ave. 5, e – mail: azsibadi@mail.ru)

УДК 656.135

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ ГРУЗА В ПРЯМЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

С. М. Мочалин, Л. В. Тюкина

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), Россия, г. Омск

Аннотация. *Статья посвящена описанию математической модели процесса доставки грузов в прямой ЦП в условиях JIT и JIS, позволяющая получить сменно-суточный план доставки. В статье обоснована необходимость применения в практике планирования, организации и управления процессами доставки грузов логистических принципов JIT и JIS, создания алгоритма и программного продукта и создания инструментария позволяющего составить оперативный план.*

Ключевые слова: *Цепь поставок, концепция «точно в срок», концепция «точно в последовательности», доставка, математическая модель.*

Введение

Цель логистической деятельности можно считать достигнутой, если соблюдены 6 правил логистики, т.е. обеспечение наличия нужного продукта в требуемом количестве и заданного качества в нужном месте в установленное время для конкретного потребителя с наименьшими затратами. Эффективное планирование, качественное исполнение и оптимизация процессов транспортировки и отгрузки товаров способствуют достижению логистической цели и выполнению 6 правил логистики. Значительную роль, для своевременной доставки в цепи поставки (ЦП), играет синхронизация всех процессов доставки грузов [2,3,8]. Синхронизация может быть обеспечена выполнением работы согласно составленному расписанию. На сегодня известно множество концепций доставки груза: «точно в срок», «точно в последовательности», «от двери до двери» и др.

Концепция «точно в срок» (JIT) предполагает, сведение к минимуму простоев в ожидании материалов и обеспечение

полной согласованности процессов доставки грузов при их взаимодействии.

Концепция «точно в последовательности» (JIS) представляет, такую организацию логистических процессов, в результате которых заказанный груз доставляется не только точно вовремя, но и согласно заявленной последовательности, которая необходима [8].

Согласно концепциям JIT и JIS доставка каждой партии груза должна осуществляться в последовательности и во времени, указанных грузополучателем в заявке. Невыполнение/задержка доставки «могут иметь серьезные последствия и даже приводить к остановке производства в цепях поставок, где используется JIT и JIS» [9]. Решение такой задачи возможно только с использованием моделирования процесса доставки груза в пространстве и времени. Для этого необходима последовательная разработка математической модели, алгоритма, а затем программы для ЭВМ.

Необходимо составить такой план доставки грузов (эталон) с помощью которого будет осуществляться дальнейшее управление процессом доставки. Естественно, что во время процесса доставки на него будут воздействовать различные вероятностные факторы, нивелирование отклонений, от эталонных параметров которых призвана осуществлять система управления. Когда на руках будет расписание (эталон) это позволит принимать научно обоснованные управленческие решения.

Описание и выбор подходов при построении модели.

«Транспортные процессы в транспортной системе на самом верхнем (наиболее общем) уровне представляются процессами планирования, управления, доставки,

слежения (vehicle tracking) и трассирования (vehicle tracing) транспортных средств. Процесс доставки и процесс управления тесно связаны между собой и используют одни и те же компоненты. В то же время процесс управления доставкой грузов дополняет компоненты в управлении цепочкой поставок» [1].

В зависимости от классификационных признаков существуют различные транспортные системы доставки груза [5,6,10]. Существующие автотранспортные системы доставки грузов представлены на рисунке 1. Однако не зависимо от вида системы доставки все участники цепи поставки – грузоотправитель (ГО), грузополучатель (ГП), грузоперевозчик (ГПЕР) заинтересованы в выполнении доставки груза в соответствии с концепциями JIT и JIS.

Уровень	№ п/п	Наименование системы	Классификационные признаки		Транспортная схема перевозок грузов	Особенности	
			Общие	индивидуальные			
I	1	Микросистемы (микс)	TC=1, A ₃ =1	N _n =1, N _p =1,		W _a = Q _c	
	2	Особо малые (омс)		N _n >1, N _p >1,		W _a = Q _c	
II	3	Малые (мс)	TC=1, N _n ≥1, N _p ≥1, A ₃ ≥1	J _d >R, t _{ож} =0 (ненасыщенные)		W _a <Q _c	
	4			J _d ≤R, t _{ож} ≥0 (насыщенные и перенасыщенные)			
III	5	Средние (ссадг)	TC>1, A ₃ ≥1, N _{ц.п.} =1	J>R _{ц.п.} , t _{ож} =0 (ненасыщенные)	простые		W _a ≤Q _c 1 вид – вывоз груза; 2 вид – завоз груза; 3 вид – завоз-вывоз груза.
	6			J≤R _{ц.п.} , t _{ож} ≥0 (насыщенные и перенасыщенные)	комбинированные		
IV	7	Большие (бс)	Совокупность транспортных систем I, II, III уровня		Совокупность транспортных схем I, II, III уровня	Подвижной состав одного АТП или организации	

Рис. 1. Классификация автотранспортных систем доставки грузов [6]

Проведя исследование заявок на доставку грузов в работе [11], было выявлено, что основным требованием, предъявляемым со стороны потребителей перевозочных транспортных услуг [4] является выполнение времени и последовательности заказа: доставка груза «точно в срок», «в определенной последовательности». В условиях конкуренции грузоперевозчики должны своевременно реагировать на запросы клиентов перевозочных транспортных услуг, что в свою очередь приведет к строгому соблюдению согласованного графика поставок. Таким образом, процесс доставки груза с соблюдением предъявленных условий оказывается в центре внимания логистического управления. Для соблюдения предъявленных условий и выполнения заказа по доставке груза необходимо спланировать все операции процесса доставки груза в пространстве и во времени.

Осуществление доставки груза по принципу JIT и JIS возможно при составлении расписания работы ЦП, учитывающего все условия и ограничения. Существующие модели и алгоритмы для составления расписания процесса доставки грузов в прямой ЦП не в полном объеме удовлетворяют концепциям JIT и JIS [12]. На сегодняшний день не существует модели, алгоритма составления расписания процесса доставки грузов в прямой ЦП с учетом концепций JIT и JIS в городских условиях. Поэтому возникает необходимость создания модели и разработки соответствующего алгоритма.

Описание модели

Формулировка задачи построения модели производится следующим образом: имеется прямая ЦП с одним центром погрузки и одним центром разгрузки, в системе работает один автомобиль. Ежедневно в системе осуществляется доставка груза по концепции JIT и JIS. В результате чего время и последовательность доставки груза для каждой партии разные.

В работе поставлена следующая задача – разработать модель, которая позволит планировать процесс доставки груза автомобильным транспортом на основании концепций JIT, JIS в прямой ЦП грузов. При построении модели основополагающими факторами являются – время доставки точно в срок и соблюдение определенной последовательности. Основной целью реализации данной модели является

доставка грузов в прямой ЦП с соблюдением JIT и JIS. Таким образом, модель описывает функционирование ЦП.

Параметры модели детерминированные, характер протекания транспортного процесса – дискретный, как доказано профессором Николиным В. И. [7] а прямая ЦП – линейно упорядоченной структурой, схема работы автомобиля в ЦП – маятниковый маршрут с обратным не грузёным пробегом.

При построении математической модели приняты следующие обозначения:

1. Исходные данные:

P_n – партионность заявки, n – порядковый номер партии, $n=1,2,3,\dots,N$, где N – общее количество партий в рамках одной заявки;

$T_{н.р.}^{20}$ – время начала работы грузоотправителя (ГО), ч.;

$T_{ок.р.}^{20}$ – время окончания работы ГО, ч.;

$T_{н.р.}^{2п}$ – время начала работы грузополучателя (ГП), ч.;

$T_{ок.р.}^{2п}$ – время окончания работы ГП, ч.;

$T_{н.р.}^{a/m}$ – время начала работы автомобиля (a/m), ч.;

$T_{ок.р.}^{a/m}$ – время окончания работы a/m ч.;

$Q_{зак.}^{Пn}$ – заказанный объем для n -ой партии, т.;

$T_{mej} - j$ -ое время доставки «точно в срок» для n -ой партии, $j=1,2,\dots,J$, ч. (в зависимости от условий заявки время доставки «точно в срок» может быть временем начала и/или временем окончания доставки n -ой партии);

$T_{ок.д.}^{Пn}$ – время окончания доставки n -ой партии (время к которому согласно заявке ГП должна закончиться доставка n -ой партии), ч.;

$T_{н.д.}^{Пn}$ – время начало доставки n -ой партии (время с которого согласно заявке ГП должна начаться доставка n -ой партии), ч.;

t_n – время погрузки, ч.;

$t_в$ – время разгрузки, ч.;

l_m – длина маршрута, км.;

l_x – пробег без груза, км.;

$l_{зг}$ – пробег с грузом, км.;

$l_{нf}$ – нулевой пробег, f – порядковый номер нулевого пробега, $f=1,2,\dots,F$, км.;

q – грузоподъемность автомобиля, т.;

$A_з$ – количество автомобилей, ед.;

V_m – средняя техническая скорость, км/ч.;

P_p – количество постов погрузки, p – порядковый номер поста, $p=1,2,\dots,P$, ед.;

P_r – количество постов разгрузки, r – порядковый номер поста, $r=1,2,\dots,R$, ед.;

T_n – время в наряде, ч.

2. Расчетная часть:

$R_{цп}$ – ритм работы погрузочно-разгрузочных пунктов:

$$R_{цп} = \frac{t_{n-в}}{P_{p-r}}, \quad (1)$$

$T_{цп}$ – время работы цепи поставки, ч.

$$T_{цп} = T_{ок.p}^{Пп} - T_{н.p}^{ГО} \quad (2)$$

$Z_{e\max}$ – максимальное количество машинозаявок, которое может быть обслужено в пункте с ритмом R:

$$Z_{e\max} = \left[\frac{T_{цп}}{R_{цп}} \right], \quad (3)$$

W_c – пропускная способность ЦП, т.

$$W_c = Z_{e\max} * q * \gamma \quad (4)$$

$Z^{Пn}$ – количество заявок в n -ой партии, $y=1,2,3,\dots,Y$.

$$Z^{Пn} = \left[\frac{Q_{зак}^{Пn}}{q} \right], \quad (5)$$

Z_e^M – максимально возможное количество заявок в ЦП:

$$Z_e^M = \left[\frac{T_{цп}}{t_o} \right], \quad (6)$$

W_{ϕ} – фактическая пропускная способность ЦП, т.

$$W_{\phi} = Z_e^M * q * \gamma, \quad (7)$$

$Q_{зак}^{общ}$ – общий объем заказа всех партий:

$$Q_{зак}^{общ} = \sum Q_{зак}^{Пn}, \quad (8)$$

t_{ze} – время ездки с грузом, ч.;

$$t_{ze} = \frac{l_{zp}}{V_T} \quad (9)$$

t_e – время ездки, ч.;

$$t_e = \frac{l_e}{V_T} + t_{n-в} \quad (10)$$

t_x – время пробега без груза, ч.;

$$t_x = \frac{l_x}{V_T} \quad (11)$$

t_o – время оборота, ч.;

$$t_o = \frac{l_M}{V_T} + t_{n-в} \quad (12)$$

$t_{нул.}$ – время нулевого пробега, ч.:

$$t_{нул.} = \frac{l_{нул.}}{V_T} \quad (13)$$

$t_{н.нозр.1}^{Пn}$ – время начала 1-ой погрузки в n -ой партии:

$$t_{н.нозр.1}^{Пn} = T_{mv} - t_{eг.} - t_{n.} - (Z-1)*t_o, \quad (14)$$

$t_{н.нозр.i}^{Пn}$ – время начала i -ой погрузки в n -ой партии, $i=2,3,\dots,l$, где l – количество погрузок в n -ой партии, ч.:

$$t_{н.нозр.i}^{Пn} = t_{н.нозр.1}^{Пn} + (i-1)*t_o, \quad (15)$$

$t_{ок.нозр.i}^{Пn}$ – время окончания i -ой погрузки в n -ой партии, ч.;

$$t_{ок.нозр.i}^{Пn} = t_{н.нозр.i}^{Пn} + t_n, \quad (16)$$

$t_{н.p.k}^{Пn}$ – время начала k -ой разгрузки в n -ой партии, $k=1,2,3, K$, где K – количество разгрузок в n -ой партии, ч.;

$$t_{н.p.k}^{Пn} = t_{ок.нозр.i}^{Пn} + t_{ze} \quad (17)$$

$t_{ок.p.k}^{Пn}$ – время окончания k -ой погрузки в n -ой партии, ч.;

$$t_{ок.p.k}^{Пn} = t_{н.p.k}^{Пn} + t_e, \quad (18)$$

$t_{н.зе.b}^{Пn}$ – время начала b -ой груженой ездки в n -ой партии, $b=1,2,3,\dots,B$, где B – последняя груженная ездка в n -ой партии, ч.;

$$t_{н.зе.b}^{Пn} = t_{ок.нозр.i}^{Пn} \quad (19)$$

$t_{ок.зе.b}^{Пn}$ – время окончания b -ой груженой ездки в n -ой партии, ч.;

$$t_{ок.зе.b}^{Пn} = t_{н.зе.b}^{Пn} + t_{ze} \quad (20)$$

$t_{н.хе.d}^{Пn}$ – время начала d -ого холостого пробега в n -ой партии, $d=1,2,3,\dots,D$, где D – последняя холостой пробег в n -ой партии, ч.;

$$t_{н.хе.d}^{Пn} = t_{ок.p.k}^{Пn} \quad (21)$$

$t_{ок.хе.d}^{Пn}$ – время окончания d -ого холостого пробега в n -ой партии, ч.;

$$t_{ок.хв.д}^{Пn} = t_{н.хв.д}^{Пn} + t_x \quad (22)$$

$t_{вых.АТП}$ – время выхода автомобиля из автотранспортного предприятия (АТП), ч.;

$$t_{вых.АТП} = t_{н.нозр.1}^{П1} - t_{нул} \quad (23)$$

$t_{вх.АТП}$ – время возвращения автомобиля в АТП, ч.;

$$t_{вх.АТП} = t_{ок.хв.1}^{П1} + t_{нул} \quad (24)$$

В модели приняты следующие ограничения и условия:

1. Ограничение по количеству автомобилей. В ЦП должен работать один автомобиль, согласно условию разрабатываемой модели:

$$A_3 = 1. \quad (25)$$

2. Ограничение по количеству постов погрузки:

$$P_p = 1. \quad (26)$$

3. Ограничение по количеству постов разгрузки:

$$P_r = 1. \quad (27)$$

4. Ограничение по пропускной способности системы. Пропускная способность ЦП (W_c) должна быть больше либо равна фактической пропускной способности, а фактическая пропускная способность должна быть больше либо равна общему объему заказа:

$$W_c \geq W_c^ф \geq Q_{зак}^{общ} \quad (28)$$

5. Условие соблюдения совместимости режима работы а/м в наряде и времени работы ЦП. Время работы а/м в наряде должно быть меньше либо равно времени работы ЦП:

$$T_{н.р}^{a/m} \leq T_{цп} \quad (29)$$

6. Условие соблюдения совместимости времени работы ГО, ГП и времени работы а/м в наряде. Время работы а/м в наряде должно быть больше/равно времени начала работы ГО, ГП и меньше/равно времени окончания работы ГО, ГП:

$$T_{н.р}^{20} \leq T_n \leq T_{ок.р}^{20} \quad (30)$$

$$T_{н.р}^{21} \leq T_n \leq T_{ок.р}^{21} \quad (31)$$

7. Условие соблюдения совместимости времени начала первой погрузки в первой

партии и режимом работы а/м. Время начала первой погрузки первой партии должно быть меньше или равно времени окончания работы а/м и больше или равно времени начала работы а/м:

$$T_{н.р}^{a/m} \leq t_{н.нозр.1}^{П1} \leq T_{ок.р}^{a/m} \quad (32)$$

8. Условие соблюдения совместимости времени окончания последней разгрузки в последней партии и режимом работы ГП. Время окончания последней разгрузки последней партии должно быть меньше или равно времени окончания работы ГП и больше или равно времени начала работы ГП:

$$T_{н.р}^{2n} \leq t_{ок.р.К}^{ПN} \leq T_{ок.р}^{2n} \quad (33)$$

9. Условие соблюдения совместимости времени начала доставки n -ой партии и времени начала доставки последующей партии $n+1$. Время начала доставки n -ой партии должно быть меньше времени начала доставки партии $n+1$:

$$T_{н.д.}^{Пn} < T_{н.д.}^{Пn+1}; \quad (34)$$

$$T_{н.д.}^{Пn+1} \geq T_{н.д.}^{Пn} + t_o \quad (35)$$

10. Время начала i -ой погрузки должно быть меньше либо равно разности времени начала погрузки $i+1$ и времени оборота:

$$t_{н.нозр.i}^{Пn} \leq t_{н.нозр.i+1}^{Пn} - t_o \quad (36)$$

Следует заметить, что ограничения по количеству автомобилей работающих в ЦП, по количеству постов погрузки, по количеству постов разгрузки, по пропускной способности системы должны выполняться еще на стадии формирования плана доставки, т.к. в случае не выполнения хотя бы одного из указанных ограничений выполнение плана в этой ЦП заведомо невозможно. Должна быть создана другая модель для расчетов с учетом закономерностей протекания транспортного процесса, процесса доставки свойственных данной схеме перевозок.

В качестве примера рассмотрим следующую задачу: заявка содержит следующие требования: на ГК «Стройбетон» необходимо доставить 10т. песка, весь объем груза должен быть доставлен 15.09.2014г. в 10.00 ч.

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 1 – Исходные данные примера

параметры	величина параметра
Характеристика 1-го звена (ГО)	
P_p	1
$T_{н.р.}^{20}, \text{ ч.}$	8^{00}
$T_{ок.р.}^{20}, \text{ ч.}$	20^{00}
Характеристика 2-го звена (ГП)	
P_r	1
$\Pi n,$	1
$T_{н.р.}^{2п}, \text{ ч.}$	9^{00}
$T_{ок.р.}^{2п}, \text{ ч.}$	19^{00}
$Q_{зак.}^{\Pi n}, \text{ т.}$	10
$T_{ок.д.}^{\Pi n}, \text{ ч.}$	10^{00}
$T_{н.д.}^{\Pi n}, \text{ ч.}$	-
$T_{ме}, \text{ ч.}$	10^{00}
Характеристика 3-го звена (а/м)	
$T_{н.р.}^{a/m}, \text{ ч.}$	8^{00}
$T_{ок.р.}^{a/m}, \text{ ч.}$	20^{00}
β	0,5
$t_n, \text{ ч.}$	0,15
$t_e, \text{ ч.}$	0,15
$l_M, \text{ км.}$	50
$l_x, \text{ км.}$	25
$l_{ee}, \text{ км.}$	25
$l_{hf}, \text{ км.}$	3
$q, \text{ т.}$	10
$A_э,$	1
$V_m, \text{ км/ч.}$	25
$T_n, \text{ ч.}$	12

На основании исходных данных и в соответствии с расчетными формулами (1-24) производится расчет. Расчет и результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов параметров процесса доставки во времени для примера

№	Расчет параметров транспортного процесса	№	Расчет параметров транспортного процесса
1	По формуле (1) $R_{цп} = \frac{0,15}{1} = 0,15$	13	По формуле (13) $t_{нул.} = \frac{3}{25} = 0,12 \text{ ч.}$ (8мин.)
2	По формуле (2) $T_{цп.} = 20 - 9 = 11 \text{ ч.}$	14	По формуле (14) $t_{н.погр.}^{\Pi 1} = 10 - 0,15 - 1 = 8,85 \text{ ч.}$ (8ч.51мин.)
3	По формуле (3) $Z_{e\max} = \left[\frac{11}{0,15} \right] = 73 \text{ машинозаявок,}$	15	По формуле (16) $t_{ок.погр.}^{\Pi 1} = 8,85 + 0,15 = 9 \text{ ч.}$ (9ч.00мин.)
4	По формуле (4) $W_c = 73 * 10 = 730 \text{ т.}$	16	По формуле (17) $t_{н.р.}^{\Pi 1} = 9 + 1 = 10 \text{ ч.}$ (10ч.00мин.)
5	По формуле (5) $Z^{\Pi 1} = \frac{10}{10} = 1 \text{ ездка}$	17	По формуле (18) $t_{ок.р.}^{\Pi 1} = 10 + 0,15 = 10,15 \text{ ч.}$ (10ч.09мин.)

Продолжение Таблицы 2

6	По формуле (6) $Z_e^M = \left[\frac{11}{2,3} \right] = 4 \text{ ездки,}$	18	По формуле (19) $t_{н.зе.1}^{П1} = 9 \text{ ч. (9ч.00мин.)}$
7	По формуле (7) $W_{\xi}^{\phi} = 4 * 10 = 40 \text{ м.,}$	19	По формуле (20) $t_{ок.зе.1}^{П1} = 9 + 1 = 10 \text{ ч. (10ч.00мин.)}$
8	По формуле (8) $Q_{зак}^{общ} = 10 \text{ м.,}$	20	По формуле (21) $t_{н.хе.1}^{П1} = 10,15 \text{ ч. (10ч.09мин.)}$
9	По формуле (9) $t_{ze} = \frac{25}{25} = 1 \text{ ч. (1ч.00мин.)}$	21	По формуле (22) $t_{ок.хе.1}^{П1} = 10,15 + 1 = 11,15 \text{ ч. (11ч.09мин.)}$
10	По формуле (10) $t_e = \frac{50}{25} + 0,15 + 0,15 = 2,3 \text{ ч. (2ч.18мин.)}$	22	По формуле (23) $t_{вых.АТП} = 8,85 - 0,12 = 8,73 \text{ ч. (8ч.43мин.)}$
11	По формуле (11) $t_x = \frac{25}{25} = 1 \text{ ч. (1ч.00мин.)}$	23	По формуле (24) $t_{вх.АТП} = 11,15 + 0,12 = 11,27 \text{ ч. (11ч.17мин.)}$
12	По формуле (12) $t_o = \frac{50}{25} + 0,15 + 0,15 = 2,3 \text{ ч. (2ч.18мин.)}$		

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что параметры процесса доставки для данного примера соответствуют обозначенным условиям и

ограничениям и не нуждаются в дополнительной корректировке. Далее формируем графики работы всех звеньев процесса доставки (рисунок 2,3,4).

№ ездки	Выход а/м из АТП	Погрузка		Езда с грузом		Разгрузка		Пробег без груза		Возвращение а/м в АТП
		начало	окончание	начало	окончание	начало	окончание	начало	окончание	
1	8 ⁴³ (стр. 22 табл. 2)	8 ⁵¹ (стр. 14 табл. 2)	9 ⁰⁰ (стр. 15 табл. 2)	9 ⁰⁰ (стр. 18 табл. 2)	10 ⁰⁰ (стр. 19 табл. 2)	10 ⁰⁰ (стр. 16 табл. 2)	10 ⁰⁹ (стр. 17 табл. 2)	10 ⁰⁹ (стр. 20 табл. 2)	11 ⁰⁹ (стр. 21 табл. 2)	11 ¹⁷ (стр. 23 табл. 2)

Рис. 2. График работы автомобиля по заявке №1

№ ездки	Погрузка	
	начало	окончание
1	8 ⁵¹ (стр. 14 табл. 2)	9 ⁰⁰ (стр. 15 табл. 2)

Рис. 3. График работы грузоотправителя заявке по №1

№ ездки	Разгрузка	
	начало	окончание
1	10 ⁰⁰ (стр. 16 табл. 2)	10 ⁰⁹ (стр. 17 табл. 2)

Рис. 4. График работы грузоотправителя по заявке №1

На основании полученных графиков работы осуществляется процесс доставки груза. На рисунке 2 изображена совместимость графиков работы участников

ЦП рассмотренного примера. Распределение транспортных операций данного примера представлено на рисунке 3.

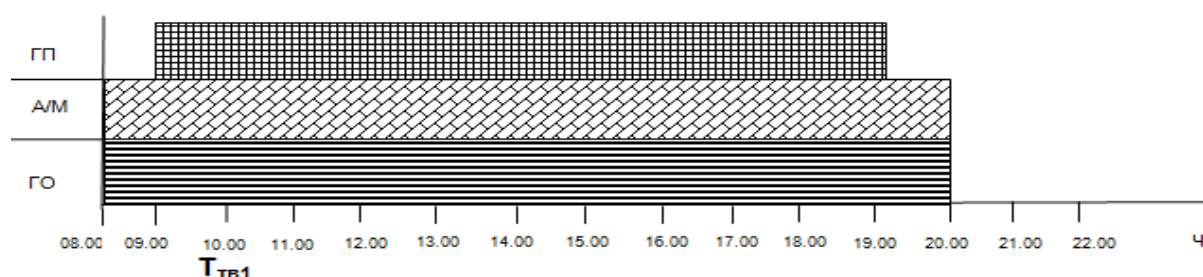





Рис. 5. Совместимость режима работы звеньев ЦП в условиях доставки груза по концепции JIT и JIS

 режим работы грузополучателя;
  - режим работы автомобиля;
  - режим работы грузоотправителя

Заключение

Подводя итоги выполненной работы, можно сделать следующие выводы:

1) Обоснована необходимость применения в практике планирования, организации и управления процессами доставки грузов логистических принципов JIT и JIS.

2) Впервые разработана математическая модель описания процесса доставки грузов в прямой ЦП в условиях JIT и JIS, позволяющая получить сменно-суточный план доставки.

3) Выявлена необходимость создания алгоритма и программного продукта и создания инструментария позволяющего составить оперативный план.

Библиографический список

1. Горев, А. Э. Основы теории транспортных систем / А. Э. Горев. - СПб., СПбГАСУ, 2010. – 214 с.
2. Иванов, Д. А. Управление цепями поставок / Д. А. Иванов. - СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2009. – 660 с.
3. Миротин, Л. Б. Эффективность логистического управления / Л. Б. Миротин. - М.: Экзамен, 2004. – 448с.
4. Миротин, Л. Б. Транспортная логистика / Л. Б. Миротин. - М.: Экзамен, 2002. – 512с.
5. Мочалин, С. М. Особенности применения логистических принципов в организации доставки грузов автомобильным транспортом / С. М. Мочалин, Л. В. Тюкина // Вестник СибАДИ. – 2014. - №1. - С. 20 – 24.
6. Мочалин, С. М. Математическая модель описания транспортного процесса в средних системах доставки грузов // Вестник ОГУ. - 2004. - №2. - С. 185 – 189.
7. Николин, В. И. Грузовые автомобильные перевозки: монография / В. И. Николин, Е. Е. Витвицкий, С. М. Мочалин. – Омск: Вариант-Сибирь, 2004. – 480 с.
8. Пузанова, И. А. Интегрированное планирование цепей поставок: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. А. Пузанова; под ред. Б. А. Аникина. – М.: Юрайт, 2014. – 320 с.

9. Пустохина И. Управление цепями поставок: проблемы, их причины и пути решения / И. Пустохина // Логистика. – 2013. - №10. – С. 35-37.

10. Сергеев, В. И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров / В. И. Сергеев. - М.: Юрайт, 2014. - 479 с.

11. Тюкина, Л. В. Анализ параметров заявки на доставку грузов автомобильным транспортом / Л. В. Тюкина // Сборник научных трудов молодых ученых по материалам Международной научно-практической конференции Инновационное лидерство строительной и транспортной отрасли глазами молодых ученых / Омск – 2014. – С. 352-357.

12. Логистика автомобильного транспорта / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная и др. М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.

A MATHEMATICAL MODEL DESCRIBING THE PROCESS OF DELIVERING CARFO IN DIRECT SUPPLY CHAINS

S. M. Mochalin, L.V. Tyukina

Abstract. The article is devoted to the description of the mathematical model of delivering cargo in direct supply chain in terms of JIT and JIS, allowing to receive shift-day plan of delivery. In the article the necessity of application in practice of planning, organization and management of cargo's delivery processes of logistic principles JIT and JIS, creating algorithm, software product and tools allowing to draw up an operational plan.

Keywords: supply chain, the concept "just in time", the concept of "in the exact sequence", delivery, mathematical model.

References

1. Gorev A. E. *Osnovy teorii transportnyx sistem* [Fundamentals of the theory of transport systems]. SPb, SPbGACY, 2010, 214 p.
2. Ivanov D. A. *Upravlenie cepyami postavok* [Supply chain management]. Spb., 2009, 660 p.
3. Mirodin L. B. *Effektivnost logisticheskogo upravleniya* [Efficiency of logistics management]. Moscow, 2004, 448.
4. Mirodin L. B. *Transportnaya logistika* [Transport logistics]. Moscow, 2002, 512 p.
5. Mochalin S. M., Tyukina L. V. *Osobennosti primeneniya logisticheskix principov v organizacii*

dostavki грузов avtomobilnym transportom [The peculiarities of application of logistics principles in the organization of delivering cargos by motor transport]. *Vestnik SibAD*, 2014, №1, 20-24 pp.

6. Mochalin S. M. Matematicheskaya model opisaniya transportnogo processa v srednix sistemax dostavki грузов [Mathematical model describing the transport process in medium systems of delivering cargos]. *Vestnik OGU*, 2004, №2, 185 – 189 pp.

7. Nikolin V. I., Vitvickij E. E., Mochalin S. M. *Gruzovye avtomobilnye perevozki* [The trucking]. Omsk, izd-vo Variant-Sibir, 480 p.

8. Puzanova I. A. *Integrirovannoe planirovanie cepej postavok: uchebnik dlya bakalavriata i magistratury* [Integrated planning of supply chains: a textbook for undergraduate and postgraduate programmes] Moscow, izdatelstvo Yurajt, 2014, 320 p.

9. Pustoxina I. *Upravlenie cepyami postavok: problemy, ix prichiny i puti resheniya* [Supply chain management: problems, their causes and solutions]. *Logistika*, 2013, №10, 35-37pp.

10. Sergeev V. I. *Upravlenie cepyami postavok: uchebnik dlya bakalavrov i magistrov* [Supply chain management: a textbook for undergraduate and postgraduate programmes]. Moscow, 2014, 479 p.

11. Tyukina L. V. [Analysis of parameters of request for delivering cargos by motor transport]. *Sbornik nauchnyx trudov molodyx uchenyx po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii innovacionnoe liderstvo stroitelnoj i*

transportnoj otrasli glazami molodyx uchenyx. Omsk, 2014, 352-357 pp.

12. *Logistics car transport*. Lukinskij V. S., Berezhnoj V. I., Berezhnaya E. V. Moscow, Finance and statistics, 2004, 368 p.

Мочалин Сергей Михайлович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, декан факультета «Экономика и управление» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). (644080, Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e - mail: mochalin_sm@mail.ru)

Тюкина Людмила Владимировна (Россия, г. Омск) - аспирантка Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). (644080, Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e - mail: lyudmila.omsk@mail.ru)

Mochalin S. M. (Russian Federation, Omsk) - Ph. D. in Technical Sciences, Ass. Professor, The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira Ave. 5, e - mail: mochalin_sm@mail.ru)

Tyukina L. V. (Russian Federation, Omsk) postgraduate student The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira Ave. 5, e - mail: lyudmila.omsk@mail.ru)

УДК 621.822.1: 629.33/37

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕДИ

И. О. Олейник, В. В. Евстифеев, Г. А. Голощапов, В. И. Гудрин

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), Россия, г. Омск

Аннотация. Рассмотрено формирование составов сложных композиционных сплавов на основе меди для изготовления подшипников скольжения. Проведён ряд экспериментов, направленный на выявление предпочтительного состава шихты, которые показали, что основное влияние на износостойкость оказывает процентное содержание стекла. Композиционный материал может использоваться в парах трения со смазкой и в некоторых случаях без смазки.

Ключевые слова: композиционный материал, шихта, медный порошок, антифрикционные материалы, трибология.

Введение

Качество и эффективность работы машин и агрегатов, уменьшение затрат на их ремонт и обслуживание связано с увеличением сроков службы и надежности входящих в них деталей, а также подшипников [2,3,5]. Их работа часто осуществляется в тяжелых условиях без смазки [1,6] и при смазке агрессивной средой, что способствует коррозионно-механическому изнашиванию. Во многих случаях подшипники целесообразно изготавливать из спеченных

антифрикционных материалов, что позволяет управлять свойствами, вводя определенное количество компонентов и тем самым влияя на их антифрикционные свойства. Технологии порошковой металлургии обладают рядом преимуществ [7, 8]: экономия цветных металлов; снижение стоимости изготовления и уменьшение потерь металла в стружку; повышение производительности труда; высвобождение станочного парка, квалифицированных рабочих и производственных площадей.