

УДК 658.7

ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ОПЕРАТИВНОМ УРОВНЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

PLANNING OF TRANSPORT AND LOGISTICS OPERATIONS AT THE OPERATIONAL LEVEL OF DECISION-MAKING

Тюрин Алексей Юрьевич,
доктор эконом. наук, профессор. e-mail: alexturin07@rambler.ru
Tyurin Alexey Yu., D.Sc., Professor

Кузбасский Государственный Технический Университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennaya st., Kemerovo, 650000, Russia.

Аннотация. В статье рассматриваются особенности планирования работы автотранспорта и логистических операций на оперативном уровне. Приводится математическая постановка задач планирования. Показываются примеры практической реализации предложенных моделей планирования в реальных условиях эксплуатации автотранспорта.

Abstract. The article discusses the features of the planning work and transport logistics operations at the operational level. The mathematical formulation of the planning problems is considered. Shows an example of the practical implementation of the proposed planning models in real operating conditions of vehicles.

Ключевые слова: оперативный уровень, транспортно-логистические операции, кластерный анализ, транспортное средство, маршрут, рейс, парк транспортных средств.

Keywords: operational level, transport and logistics operations, cluster analysis, vehicle, route, flight, fleet of vehicles.

Взаимосвязь задач тактического и оперативного уровней отмечалась в [1] и указывалось на согласование решений, принимаемых на данных уровнях, необходимость корректировки планов при изменениях входных параметров, получаемых с тактического уровня на оперативный и наоборот. На оперативном уровне планирования и управления транспортно-логистическими операциями решаются задачи на очередные сутки, связанные с назначением экипажей водителей для выполнения перевозок грузов с учетом продолжительности рейса, использованием транспортных средств различной грузоподъемности с целью доставки продукции различной массы, формы с максимальной сохранностью, оперативностью и минимальной стоимостью перевозок. На основе выбранной структуры подвижного состава для организации перевозок грузов разрабатываются маршруты и графики работы транспортных средств [2-4], учитывающие ограничения в проезде в городских условиях, требуемое время доставки, срочность и периодичность поставок, необходимость доставки продукции от нескольких поставщиков и т.д.

Рассмотрим вначале задачу использования транспортных средств различной грузоподъемности (вместимости) для выполнения перевозок грузов поподробнее. На практике ввиду различия в объемах перевозок, расстояниях доставки и по другим причинам чаще всего используются автомобили различной грузоподъемности (грузовме-

стимости), поэтому возникает задача подбора количественного состава автомобилей каждой грузоподъемности.

Для этого выберем переменную n_{ej} , характеризующую общее число рейсов автомобилей j -й грузоподъемности

$$n_{ej} = \sum_{i=1}^{A_{Mj}} n_{eij} \quad , \quad (1)$$

где i – номер автомобиля; A_{Mj} - количество автомобилей j -й грузоподъемности (.основная управляемая переменная, влияющая на транспортные издержки при сохранении объема перевозок.

Количество рейсов, выполняемых i -м автомобилем j -й грузоподъемности, задается заранее, либо определяется по формуле:

$$n_{eij} = \left[\frac{T_{Mij}}{t_{обj}} \right] \quad , \quad (2)$$

где T_{Mij} – время работы i -го автомобиля j -й грузоподъемности на маршрутах; $t_{обj}$ - время обрата на j -м маршруте.

Таблица 1 – Количественный состав транспортных средств (1 вариант)

Показатели	Типы автомобилей			
	Scania	Ford	Hyun-dai	Hino
Максимальная загрузка, т	20	10	7	5
Количество рейсов в среднем	1	1	1	1
Стоимость 1 ткм, р./ткм	0,60	1,00	1,14	1,28
Максимально возможное количество автомобилей	15	33	35	35
Оптимальное количество автомобилей	15	33	35	17
Нормативный вывоз продукции, т			959,7	
Максимально возможный вывоз продукции, т			960	
Транспортные расходы, р.			407 767,58	

Таблица 2 – Количественный состав транспортных средств (2 вариант)

Показатели	Типы автомобилей			
	Scania	Ford	Hyun-dai	Hino
Максимальная загрузка, т	20	10	7	5
Количество рейсов в среднем	1	1	1	1
Стоимость 1 ткм, р./ткм	0,60	1,00	1,14	1,28
Максимально возможное количество автомобилей	22	22	25	25
Оптимальное количество автомобилей	22	22	25	25
Нормативный вывоз продукции, т			959,7	
Максимально возможный вывоз продукции, т			960	
Транспортные расходы, р.			382 905,92	

Таблица 3 – Количественный состав транспортных средств (3 вариант)

Показатели	Типы автомобилей			
	Scania	Ford	Hyun-dai	Hino
Максимальная загрузка, т	20	10	7	5
Количество рейсов в среднем	1	1	1	1
Стоимость 1 ткм, р./ткм	0,60	1,00	1,14	1,28
Максимально возможное количество автомобилей	20	30	20	25
Оптимальное количество автомобилей	25	30	20	4
Нормативный вывоз продукции, т			959,7	
Максимально возможный вывоз продукции, т			960	
Транспортные расходы, р.			356 411,01	

Среднее расстояние перевозки 1 т груза определяется по формуле:

$$l_{\text{ср}} = \frac{W_{\text{год}}}{P_{\text{год}}}, \quad (3)$$

где $W_{\text{год}}$ – годовой грузооборот; $P_{\text{год}}$ – годовой объем перевозок по сети.

При решении учитывается ограничение

$$\sum_{j=1}^M q_j \gamma_{\text{ст} j} n_{\text{е} j} \leq Q_{\text{сут}} K_{\text{п}}^{\text{сут}} \quad (4)$$

где M – общее количество различных типов грузоподъемности автомобилей; $q_j \gamma_{\text{ст} j}$ – рейсовая загрузка автомобиля j -й грузоподъемности; $Q_{\text{сут}}$ – суточный объем доставки продукции потребителям; $K_{\text{п}}^{\text{сут}}$ – повышающий коэффициент, гарантирующий выполнение суточной программы поставок продукции на сети.

(6.4) можно переписать, используя среднее количество рейсов, выполняемое 1 автомобилем j -й грузоподъемности за сутки $n_{\text{е} \text{ср} j}$:

$$\sum_{j=1}^M q_j \gamma_{\text{ст} j} n_{\text{е} \text{ср} j} A_{\text{м парк} j} \leq Q_{\text{сут}} K_{\text{п}}^{\text{сут}} \quad (5)$$

Дополнительно учитываются ограничения на количественный состав автомобилей j -й грузоподъемности в парке $A_{\text{м парк} j}$ на текущие сутки, на целочисленность и неотрицательность переменных:

$$A_{\text{м парк} j} \leq A_{\text{м парк} j}, \quad j = 1, M, \quad (6)$$

$$A_{\text{м парк} j} \geq 0 \text{ и целое}, \quad j = 1, M. \quad (7)$$

Цель: минимизация удельных транспортных расходов автомобилей различной грузоподъемности по формуле:

$$2l_{\text{cp}} \sum_{j=1}^M C_{\text{ткм } j} q_j \gamma_{\text{ст } j} n_{\text{е сп } j} A_{\text{м } j} \rightarrow \min, \quad (8)$$

где $C_{\text{ткм } j}$ – стоимость 1 ткм при совершении перевозок автомобилями j -й грузоподъемности.

Рассмотрим пример нахождения оптимального состава автомобилей различной грузоподъемности для выполнения суточной программы доставки готовой продукции потребителям при ис-

пользовании оптимальной политики эксплуатации подвижного состава каждый день.

В год необходимо перевезти по сети 310000 т. Годовой грузооборот составит 70320000 ткм Отсюда среднее расстояние перевозки 1 т груза составит 226,84 км. Если использовать равномерную перевозку каждый день, то в сутки необходимо вывозить по 850 т. С учетом неравномерности перевозок выберем $K_{\Pi}^{\text{сут}} = 1,13$. Тогда суммарный сетевой суточный поток составит 960 т.

Таблица 4 - Перечень выполняемых маршрутов в первые сутки

№ вод.	Пункт отправления	Пункт назначения	Расстояние, км	Продолжительность рейса	Время рейса, ч	Время работы за сутки, ч	Пункт остановки	Объем перевозок, т
1	Пост 1	Потр 4	459	2 сут	16,3	8,15	Потр 4	20
2	Пост 1	Потр 10	306		11,2	11,20	Пост 1	20
3	Пост 2	РЦ1	159		6,3	5,65	Пост 2	7
4	Пост 2	РЦ2	180		7	6,35	Пост 2	7
5	Пост 2	РЦ3	219		8,3	7,80	Пост 2	10
6	Пост 2	Потр 7	157		6,23	5,48	Пост 2	5
7	Пост 2	Потр 9	172		6,73	6,23	Пост 2	10
8	РЦ 1	Потр 2	325		11,8	11,33	РЦ 1	10
9	РЦ 1	Потр 6	410	2 сут	14,7	7,33	Потр 6	20
10	РЦ 1	Потр 8	19		1,63	7,93	РЦ 1	70
11	РЦ 1	Потр 10	346	2 сут	12,5	6,27	Потр 10	20
12	РЦ 2	Потр 1	72		3,4	7,95	РЦ 2	15
13	РЦ 3	Потр 3	163		6,43	5,93	РЦ 3	10
14	РЦ 3	Потр 5	132		5,4	4,65	РЦ 3	5

Таблица 5 - Матрица стоимости перемещения порожнего автомобиля из текущего местоположения водителя в пункт загрузки после первого дня работы

Водители	Загрузки														
	РЦ 1	РЦ 2	РЦ 3	Пост 1	Пост 2	Пост 1	Пост 2	Пост 2	Пост 2	Пост 2	РЦ 1	РЦ 1	РЦ 1	РЦ 3	
1	500	532	450	459	670	459	670	670	670	670	500	500	500	450	
2	38	346	347	0	425	0	425	425	425	425	38	38	38	347	
3	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219	
4	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219	
5	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219	
6	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219	
7	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219	
8	0	321	322	38	159	38	159	159	159	159	0	0	0	322	
9	410	446	363	425	584	425	584	584	584	584	410	410	410	363	
10	0	321	322	38	159	38	159	159	159	159	0	0	0	322	
11	346	378	297	306	517	306	517	517	517	517	346	346	346	297	
12	321	0	80	346	180	346	180	180	180	180	321	321	321	80	
13	322	80	0	347	219	347	219	219	219	219	322	322	322	0	
14	322	80	0	347	219	347	219	219	219	219	322	322	322	0	

Для перевозок будем использовать автомобили 4 типов - Scania с загрузкой 20 т, Ford с загрузкой 10 т, Hyundai с загрузкой 7 т и Hino с загрузкой 5 т. Стоимость 1 ткм для рассмотренных выше автомобилей соответственно составит 0,60; 1,00; 1,14 и 1,28 р./ткм. Если в парке больше малотоннажных автомобилей, то оптимальное решение будет представлено в табл. 1.

Полученные данные показывают, что необходимо выбрать 15 автомобилей с загрузкой в 20 т, 33 автомобиля с загрузкой 10 т, 35 автомобилей с загрузкой 7 т и 17 автомобилей с загрузкой 5 т.

Таким образом, ресурсы автомобилей по 20, 10 и 7 т будут использованы полностью, а автомобилей по 5 т - не полностью. В общем случае будет задействовано 100 автомобилей и транспортные расходы составят 407767,58 р. Если необходимо сократить численный парк транспортных средств или таких автомобилей в парке недостаточно, то при относительно равномерном распределении в парке автомобилей разной грузоподъемности оптимальное решение будет уже другим и оно представлено в табл. 2.

В данном решении используется по 22 автомобиля с загрузкой 10 и 20 т и по 25 автомобилей с загрузкой 5 и 7 т. В общем случае будет уже задействовано 94 автомобиля и транспортные расходы сокращаются с 407767,58 до 382905,92 р.

Наилучший вариант достигается за счет увеличения в парке доли автомобилей с большой грузоподъемностью. Оптимальное решение в этом случае представлено в табл. 3.

В данном решении задействовано уже 79 автомобилей, при этом транспортные расходы сокращаются с 382905,92 до 356411,01 р. Таким образом, можно сделать вывод, что автомобили выбираются в порядке убывания их максимальной загрузки.

Другая задача оперативного планирования и управления связана с назначением водителей на маршруты перевозок. Исходной информацией для решения данной задачи являются построенные маршруты перевозок, рассчитанные время оборота и продолжительность рейса на каждом маршруте.

Математическая постановка задачи. Обозначим через D множество водителей, ожидающих назначения на рейс, L - множество пунктов погрузки, c_{ij} - стоимость перемещения порожнего автомобиля из текущего местоположения водителя i в пункт загрузки j , x_{ij} - бинарная переменная, равная 1, если водитель i назначается на рейс j , 0 - в противном случае.

Тогда целевая функция может быть записана в виде:

$$L = \sum_{i \in D} \sum_{j \in L} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (9)$$

при ограничениях

$$\sum_{j \in L} x_{ij} = 1, \quad i \in D. \quad (10)$$

$$\sum_{i \in D} x_{ij} = 1, \quad j \in L \setminus \{0\}, \quad (11)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad i \in D, \quad j \in L. \quad (12)$$

Задача решается на каждые сутки в течение недели. На конец каждого дня определяется местоположение каждого водителя. Расчет начинают с первого дня. Формирование маршрутов и закрепление водителей происходит последовательно. Так как в день необходимо выполнить 14 различных загрузок и маршрутов, то назначается 14 водителей для выполнения этих маршрутов. Данные представлены в табл. 4. В данной таблице Пост 1 обозначает поставщика 1, Потр 4 - потребителя 4, пункт остановки - место, где водитель заканчивает трудовой день.

После выполнения рейсов первого дня водители 2-8, 10, 12-14 возвращаются в исходные пункты, так как время их работы не превышает 12 ч, что предусмотрено нормативными актами и законами. При этом водители 10 и 12 делают по 4 и 2 рейса за смену соответственно, чтобы максимально использовать рабочее время. Водители 1, 9 и 11 вынуждены остановиться в пунктах доставки грузов (соответственно у потребителей 4, 6 и 10), так как их время кругорейса превышает 12 ч. Таким образом формируются пункты, необходимые для расчета матрицы стоимости перемещения порожнего автомобиля из текущего местоположения водителя в пункт загрузки после первого дня работы. Полученные данные представлены в табл.5.

В табл. 5 в качестве стоимости перемещения порожнего автомобиля взято расстояние его перемещения. Используя выражения (9-12), решается задача о назначении водителей венгерским методом [5] для следующего (второго) дня работы. Полученные результаты показаны в табл. 6. В данной таблице 1 показывает назначение водителя на соответствующий рейс, 0 - нет. Расшифровка назначений показывает назначение 1 водителя на пункт Пост 1; 2 водителя - в РЦ 1; 3-7 водителей - к Пост 2; 8-10 водителей - в РЦ 1; 11 водителя - к Пост 1; 12 водителя - в РЦ 2; 13-14 водителей - в РЦ 3.

Перечень выполняемых маршрутов второго дня представлен в табл.7. 2 водитель согласно матрице назначений должен начинать рейс в РЦ 1, однако он закончил день у поставщика 1 (Пост 1). Следовательно, он должен совершить дополнительный порожний рейс от пункта Пост 1 до пункта РЦ 1 протяженностью 38 км и временем движения 0,63 ч. Поэтому при формировании общего времени рейса для 2 водителя во второй день работы к времени рейса РЦ 1- Потр 10 (12,53

Таблица 6 - Матрица назначений водителей на выполнение рейсов второго дня работы

Водители	Загрузки													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблица 7 - Перечень выполняемых маршрутов во вторые сутки

№ вод.	Пункт отправления	Пункт назначения	Расстояние, км	Продолжительность рейса	Время рейса, ч	Время работы за сутки, ч	Пункт остановки	Объем перевозок, т
1	Потр 4	Пост 1	459		7,65	7,65	Пост 1	0
2	РЦ 1	Потр 10	346	2 сут	13,2	6,58	Потр 10	20
3	Пост 2	РЦ1	159		6,3	5,65	Пост 2	7
4	Пост 2	РЦ2	180		7	6,35	Пост 2	7
5	Пост 2	РЦ3	219		8,3	7,80	Пост 2	10
6	Пост 2	Потр 7	157		6,23	5,48	Пост 2	5
7	Пост 2	Потр 9	172		6,73	6,23	Пост 2	10
8	РЦ 1	Потр 8	19		1,63	7,93	РЦ 1	70
9	Потр 6	РЦ 1	410		6,83	6,83	РЦ 1	0
10	РЦ 1	Потр 2	325		11,8	11,33	РЦ 1	10
11	Потр 10	Пост 1	306		5,1	5,10	Пост 1	0
12	РЦ 2	Потр 1	72		3,4	7,95	РЦ 2	15
13	РЦ 3	Потр 3	163		6,43	5,93	РЦ 3	10
14	РЦ 3	Потр 5	132		5,4	4,65	РЦ 3	5

ч) будет добавлено 0,63 ч и общее время составит 13,2 ч, что отражено в табл. 7. Так как время кругорейса превышает 12 ч, то 2 водитель вынужден остановиться в пункте доставки груза (Потр 10) после второго дня работы. При этом водители 8 и 12 делают по 4 и 2 рейса за смену соответственно, чтобы максимально использовать рабочее время. Водители 1, 9 и 11 во второй день работы совершают порожние рейсы до соответствующих поставщиков, оставшиеся водители совершают рейсы с грузом и возвращаются в исходные пункты в течение вторых суток.

Для выравнивания общего времени работы водителей 8 и 10 водители меняются направлениями доставки грузов (в первый день 8 водитель доставляет груз с РЦ 1 потребителю 2, а 10 водитель - потребителю 8; во второй день наоборот - 8

водитель с РЦ 1 потребителю 8, а 10 водитель - потребителю 2.

После второго дня работы также формируются пункты, необходимые для расчета матрицы стоимости перемещения порожнего автомобиля из текущего местоположения водителя в пункт загрузки (табл. 8). Использованием (9-12), решается задача о назначении водителей для следующего (третьего) дня работы (табл. 9)..

Перечень выполняемых маршрутов третьего дня представлен в табл. 10. В ней уже 11 водитель согласно матрице назначений должен начинать рейс в РЦ 1, однако он закончил день у поставщика 1 (Пост 1). Следовательно, он должен совершить дополнительный порожний рейс от пункта Пост 1 до пункта РЦ 1 протяженностью 38 км и временем движения 0,63 ч. Поэтому при форми-

Таблица 8 - Матрица стоимости перемещения порожнего автомобиля из текущего местоположения водителя в пункт загрузки после второго дня работы

Водители	Загрузки													
	РЦ 1	РЦ 2	РЦ 3	Пост 1	Пост 2	Пост 1	Пост 2	Пост 2	Пост 2	Пост 2	РЦ 1	РЦ 1	РЦ 1	РЦ 3
1	38	346	347	0	425	0	425	425	425	425	38	38	38	347
2	346	378	297	306	517	306	517	517	517	517	346	346	346	297
3	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219
4	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219
5	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219
6	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219
7	159	180	219	425	0	425	0	0	0	0	159	159	159	219
8	0	321	322	38	159	38	159	159	159	159	0	0	0	322
9	0	321	322	38	159	38	159	159	159	159	0	0	0	322
10	0	321	322	38	159	38	159	159	159	159	0	0	0	322
11	38	346	347	0	425	0	425	425	425	425	38	38	38	347
12	321	0	80	346	180	346	180	180	180	180	321	321	321	80
13	322	80	0	347	219	347	219	219	219	219	322	322	322	0
14	322	80	0	347	219	347	219	219	219	219	322	322	322	0

Таблица 9 - Матрица назначений водителей на выполнение рейсов третьего дня работы

Водители	Загрузки													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

ровании общего времени рейса для 11 водителя в третий день работы к времени рейса РЦ 1- Потр 10 (12,53 ч) будет добавлено 0,63 ч и общее время составит 13,2 ч, что отражено в таблице 8.7. Так как время кругорейса превышает 12 ч, то 11 водитель вынужден остановиться в пункте доставки груза (Потр 10) после третьего дня работы. Водители 8 и 10 опять меняются направлениями доставки грузов.

Аналогичным образом формируются пункты, необходимые для расчета матрицы стоимости перемещения порожнего автомобиля из текущего местоположения водителя в пункт загрузки и решается задача о назначении водителей для следующих с четвертого по седьмой день работы. В заключение составляется общий график работы

водителей в течение недели. Результаты представлены в табл. 11.

После выполнения рейсов пятого дня работы у 1 и 5 водителей суммарное рабочее время с начала недели становится равным и чуть большим 40 ч, что согласно нормативным документам ограничивает их пребывание на линии в остальные дни недели. Следовательно, у 1 и 5 водителей наступают выходные дни и вместо них в систему вводятся 15 и 16 водители, которые соответственно будут выполнять оставшуюся работу за 1 и 5 водителей. Поэтому в шестой и последующие дни работы участвуют уже 15 и 16 водители.

Таким образом, можно сделать общий вывод, что диверсификация автотранспорта и оптимальное распределение подвижного состава по марш-

Таблица 10 - Перечень выполняемых маршрутов в третьи сутки

№ вод.	Пункт отправления	Пункт назначения	Расстояние, км	Продолжительность рейса	Время рейса , ч	Время работы за сутки,ч	Пункт остановки	Объем перевозок, т
1	Пост 1	Потр 4	459	2 сут	16,3	8,15	Потр 4	20
2	Потр 10	Пост 1	306		5,1	5,10	Пост 1	0
3	Пост 2	РЦ1	159		6,3	5,65	Пост 2	7
4	Пост 2	РЦ2	180		7	6,35	Пост 2	7
5	Пост 2	РЦ3	219		8,3	7,80	Пост 2	10
6	Пост 2	Потр 7	157		6,23	5,48	Пост 2	5
7	Пост 2	Потр 9	172		6,73	6,23	Пост 2	10
8	РЦ 1	Потр 2	325		11,8	11,33	РЦ 1	10
9	РЦ 1	Потр 6	410	2 сут	14,7	7,33	Потр 6	20
10	РЦ 1	Потр 8	19		1,63	7,93	РЦ 1	70
11	РЦ 1	Потр 10	346	2 сут	13,2	6,58	Потр 10	20
12	РЦ 2	Потр 1	72		3,4	7,95	РЦ 2	15
13	РЦ 3	Потр 3	163		6,43	5,93	РЦ 3	10
14	РЦ 3	Потр 5	132		5,4	4,65	РЦ 3	5

рутам, назначение водителей на рейсы и другие оперативные мероприятия позволяют сократить транспортные расходы за рассматриваемый период планирования и выявить направления опера-

тивного управления перевозками с целью своевременной и экономичной доставки продукции потребителям по рассматриваемой транспортной сети.

Таблица 11 – График работы водителей в течение недели

Водители		1	2	3	4	5	6	7	8
1 сут	Пункт	Потр4	Пост	Пост	Пост	Пост	Пост	Пост	РЦ 1
	Время	8,15	11,20	5,65	6,35	7,80	5,48	6,23	11,33
	Объем	20	20	7	7	10	5	10	10
2 сут	Пункт	Пост 1	Потр10	Пост 2	РЦ 1				
	Время	7,65	6,58	5,65	6,35	7,80	5,48	6,23	7,93
	Объем	0	20	7	7	10	5	10	70
3 сут	Пункт	Потр 4	Пост 1	Пост 2	РЦ 1				
	Время	8,15	5,10	5,65	6,35	7,80	5,48	6,23	11,33
	Объем	20	0	7	7	10	5	10	10
4 сут	Пункт	Пост 1	Потр10	Пост 2	РЦ 1				
	Время	7,65	6,58	5,65	6,35	7,80	5,48	6,23	7,93
	Объем	0	20	7	7	10	5	10	70
5 сут	Пункт	Потр	Пост 1	Пост 2	РЦ 1				
	Время	8,15	5,10	5,65	6,35	7,80	5,48	6,23	11,33
	Объем	20	0	7	7	10	5	10	10
Водители		1	2	3	4	5	6	7	8
6 сут	Пункт	вых	Потр10	Пост	Пост	вых	Пост2	Пост	РЦ 1
	Время		6,58	5,65	6,35		5,48	6,23	7,93
	Объем		20	7	7		5	10	70
7 сут	Пункт	вых	вых		вых	вых		вых	вых
	Время								
	Объем								
Суммар.	время	39,75	41,15	33,90	38,10	39,00	32,90	37,40	57,80
1 сут	Пункт	Потр	РЦ 1	Потр10	РЦ 2	РЦ 3	РЦ 3		

	Время	7,33	7,93	6,27	7,95	5,93	4,65		
	Объем	20	70	20	15	10	5		
2 сут	Пункт	РЦ 1	РЦ 1	Пост1	РЦ 2	РЦ 3	РЦ 3		
	Время	6,83	11,33	5,10	7,95	5,93	4,65		
	Объем	0	10	0	15	10	5		
3 сут	Пункт	Потр	РЦ 1	Потр10	РЦ 2	РЦ 3	РЦ 3		
	Время	7,33	7,93	6,58	7,95	5,93	4,65		
	Объем	20	70	20	15	10	5		
4 сут	Пункт	РЦ 1	РЦ 1	Пост	РЦ 2	РЦ 3	РЦ 3		
	Время	6,83	11,33	5,10	7,95	5,93	4,65		
	Объем	0	10	0	15	10	5		
5 сут	Пункт	Потр 6	РЦ 1	Потр 0	РЦ 2	РЦ 3	РЦ 3		
	Время	7,33	7,93	6,58	7,95	5,93	4,65		
	Объем	20	70	20	15	10	5		
6 сут	Пункт	РЦ 1	РЦ 1	Пост 1	РЦ 2	РЦ 3	РЦ 3	Пост 1	Пост 2
	Время	6,83	11,33	5,10	7,95	5,93	4,65	7,65	7,80
	Объем	0	10	0	15	10	5	0	10
7 сут	Пункт	вых	вых			вых			
	Время								
	Объем								
Суммар.	время	42,50	57,80	34,73	47,70	35,60	27,90	7,65	7,80

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюрин А.Ю. Тактико-оперативное планирование работы автотранспорта в логистических системах // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – №3. – С.156-162.
2. Тюрин А.Ю. Транспортно-логистическое обслуживание цепей поставок пищевой промышленности: автореф. дис. ... докт. экон. наук. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2013. – 45 с.
3. Тюрин А.Ю. Транспортно-логистическое обслуживание цепей поставок пищевой промышленности: дис. ... докт. экон. наук. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2013. – 340 с.
4. Тюрин А.Ю. Модели транспортного обслуживания в цепях поставок пищевой промышленности // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2011. – №4. – С.89-92.
5. Глухов В. В. Математические методы и модели для менеджмента : учебник для вузов / В. В. Глухов, М. Д. Медников, С. Б. Коробко. - Санкт-Петербург: Лань, 2000. - 480 с

REFERENCES

1. Tyurin A.Yu. Taktiko-operativnoe planirovanie raboty avtotransporta v lo-gisticheskikh sistemakh // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo univer-siteta. – 2015. – №3. – S.156-162.
2. Tyurin A.Yu. Transportno-logisticheskoe obsluzhivanie tsepey postavok pishche-voy promyshlennosti: avtoref. dis. ... dokt. ekon. nauk. – Rostov-na-Donu: RGSU, 2013. – 45 s.
3. Tyurin A.Yu. Transportno-logisticheskoe obsluzhivanie tsepey postavok pishche-voy promyshlennosti: dis. ... dokt. ekon. nauk. – Rostov-na-Donu: RGSU, 2013. – 340 s.
4. Tyurin A.Yu. Modeli transportnogo obsluzhivaniya v tsepyakh postavok pishchevoy promyshlennosti // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2011. – №4. – S.89-92.
5. Glukhov V. V. Matematicheskie metody i modeli dlya menedzhmenta : uchebnik dlya vuzov / V. V. Glukhov, M. D. Mednikov, S. B. Korobko. - Sankt-Peterburg: Lan', 2000. - 480 s