

656
А22

3516



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Организация автомобильных перевозок
и дорожного движения»

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Задания и методические указания

Минск 2009

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Организация автомобильных перевозок
и дорожного движения»

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Задания и методические указания
для студентов заочного отделения специальности
1-44 01 02 «Организация дорожного движения»

Минск 2009

УДК 656.13 (075.8)

~~ББК 39.38я7~~

А 22

Составители:

И.А. Овчинников, Н.В. Матвеева

Рецензенты:

Ю.П. Вайсник, Н.Н. Пилипук

Задание и методические указания включают материал программы по дисциплине «Автомобильные перевозки», задание на курсовую работу, а также методики ее выполнения.

Введение

Задачами изучения дисциплины «Автомобильные перевозки» является ознакомление студентов с ролью и местом специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» в транспортном процессе, с основными проблемами транспортного обеспечения экономики республики, с принципами формирования грузовых и пассажирских потоков, с особенностями построения рациональных маршрутов перемещения подвижного состава и с оценочными показателями его работы, а также с методами и критериями оценки качества перевозок пассажиров, с составляющими стоимости перевозки грузов и пассажиров, с контролем за движением транспортных средств, с особенностями организации транспортного процесса в городе и за его пределами, с перспективными методами и формами обслуживания пассажиров и грузов.

Особое внимание уделено месту и роли специалиста по организации дорожного движения в обеспечении повышения производительности транспортного процесса при перевозке грузов и пассажиров, влиянию и связи организации перевозочного процесса и дорожного движения, выбору типа подвижного состава по производительности и экологической безопасности, методам снижения себестоимости перевозок, повышения качества обслуживания пассажиров и снижения трудоемкости погрузочно-разгрузочных работ, способам экономии топлива.

1. КУРСОВАЯ РАБОТА

Курсовая работа предусматривает решение вопросов организации перевозок грузов и служит для закрепления теоретических знаний по дисциплине «Автомобильные перевозки».

Работа выполняется в соответствии с заданием и методическими указаниями и включает в себя расчётно-пояснительную записку и 5 листов графической части формата А-4, которые приводятся в приложении к работе.

Расчётно-пояснительная записка должна содержать введение, основную расчётно-пояснительную часть, заключение, список использованных источников и должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–81. Листы графической части работы оформляются в соответствии со стандартом ЕСКД.

Курсовая работа должна включать следующие разделы:

«Построение модели транспортной сети и картограммы грузопотоков»;

«Маршрутизация перевозок грузов»;

«Выбор подвижного состава для работы на маршрутах»;

«Определение потребности в подвижном составе для выполнения перевозок»;

«Расчёт технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава на маршрутах» (определяется для первого и последнего маршрутов);

Графическая часть работы включает: картограмму грузовых потоков (1 лист); схемы маршрутов перевозки грузов (2–3 листа); графики движения автомобилей на двух детально рассчитываемых маршрутах (4–5 листов).

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные к курсовой работе включают схему, тип покрытия и длину звеньев сети автомобильных дорог, объемы перевозок грузов между пунктами транспортной сети (табл. 1), варианты упаковки грузов (табл. 2), варианты выбора подвижного

состава для выполнения перевозок грузов (табл. 3), расположение автомобильного предприятия (АТП), режим работы подвижного состава и коэффициент выпуска его на линию в рабочие дни.

Таблица 1

Грузовые потоки между пунктами транспортной сети

№ варианта	Груз А ($\gamma_c = 1,0$)			Груз Б ($\gamma_c = 0,8$)		
	Пункты		Объем перевозок	Пункты		Объем перевозок
	ГО	ГП		ГО	ГП	
1	2	3	4	5	6	7
1	1	17	200	10	16	150
	8	12	350	3	13	250
	6	19	250	5	15	200
2	2	13	150	14	4	180
	18	8	250	17	6	220
	19	16	400	3	5	200
3	3	15	100	13	8	200
	5	11	300	9	14	200
	19	18	400	4	17	200
4	4	18	350	10	13	100
	19	2	350	8	11	100
	12	14	100	6	17	400
5	5	15	200	13	16	150
	10	14	200	19	11	350
	3	8	400	17	18	100
6	6	9	300	17	14	200
	19	1	300	8	15	150
	7	13	200	12	10	250
7	7	5	450	11	2	100
	9	12	150	16	13	150
	19	3	200	8	15	350
8	8	15	300	2	14	80
	10	13	250	11	12	220
	9	16	250	18	6	300

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
9	9	11	280	17	16	120
	14	2	320	19	4	380
	18	13	200	12	15	100
10	10	12	180	17	19	200
	8	15	420	3	14	100
	4	16	200	1	13	300
11	11	7	260	19	18	200
	8	12	440	5	16	350
	15	13	300	2	17	250
12	12	14	220	15	4	150
	11	16	380	8	10	250
	3	13	400	6	9	400
13	13	1	320	3	17	100
	8	13	280	14	11	300
	18	7	400	6	18	400
14	14	8	380	15	4	350
	6	2	320	17	11	350
	12	19	300	5	1	100
15	15	2	400	16	13	200
	6	18	300	4	17	200
	8	1	300	11	3	400
16	16	3	150	4	7	300
	6	18	350	12	10	300
	13	3	500	19	17	200
17	17	11	250	10	7	450
	16	9	300	3	19	150
	6	12	450	18	1	200
18	18	9	380	8	4	300
	11	2	320	12	6	250
	13	3	300	7	19	250
19	19	12	350	18	6	280
	13	16	350	14	8	320
	4	2	300	5	10	200

1	2	3	4	5	6	7
20	2	5	200	4	9	180
	10	18	500	12	14	420
	6	16	300	8	17	200
21	1	13	180	2	19	150
	14	11	420	9	15	350
	3	8	300	17	16	100
22	2	4	260	5	7	200
	6	3	440	11	14	150
	15	10	400	8	12	250
23	3	17	220	8	5	100
	4	10	380	18	6	150
	13	16	500	15	19	350
24	4	14	380	6	3	120
	10	8	320	9	15	380
	13	17	400	1	19	100
25	5	3	400	6	16	200
	9	15	300	2	13	100
	19	11	400	18	17	300

Таблица 2

Варианты упаковки груза

Группа груза / № зачетной книжки	Характеристика груза	Вид груза	Возможный вид тран- спорта
1	2	3	4
А / все	Навалочный груз		Бортовой, самосвал
Б / 0, 1, 2, 3	Груз в тарообору- довании		Бортовой, фургон


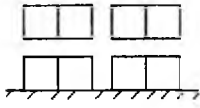
1	2	3	4
Б / 4, 5, 6	Груз в транспортном оборудовании		Бортовой, самопогрузчик, фургон
Б / 7, 8, 9	Груз в транспортной таре		Бортовой, самопогрузчик, фургон

Таблица 3

Выбор подвижного состава

Тип грузового АТС	Модель автомобиля	Грузоподъемность автомобиля	t погрузки	t разгрузки
Универсальный подвижной состав				
Бортовой		5 т	20	20
Специализированный подвижной состав				
Самосвал		4,5 т	20	5
Бортовой с краном		4,8 т	15	15
Фургон с грузоподъемным бортом		4,3 т	18	18

Вариант расположения АТП выбирается по последней цифре шифра зачётной книжки студента (если цифра «0», то следует принимать пункт 10).

Режим работы автомобилей на линии – двухсменный, коэффициент выпуска автомобилей на линию в рабочие дни – 0,80.

3. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ И КАРТОГРАММЫ ГРУЗОПОТОКОВ

Модель транспортной сети представляет собой чертёж-схему на плане местности с указанием вершин (пунктов) транспортной сети по конкретному варианту исходных данных.

Пункты (вершины), которые не внесены в вариант исходных данных, на модель транспортной сети могут не наноситься.

Поиск кратчайшего расстояния между пунктами i и j транспортной сети производим перебором возможных вариантов путей и выбором кратчайшего из них. Наряду с простым перебором могут использоваться метод потенциалов, динамический метод и другие, после чего находится кратчайшее расстояние между пунктами (табл. 4).

Таблица 4

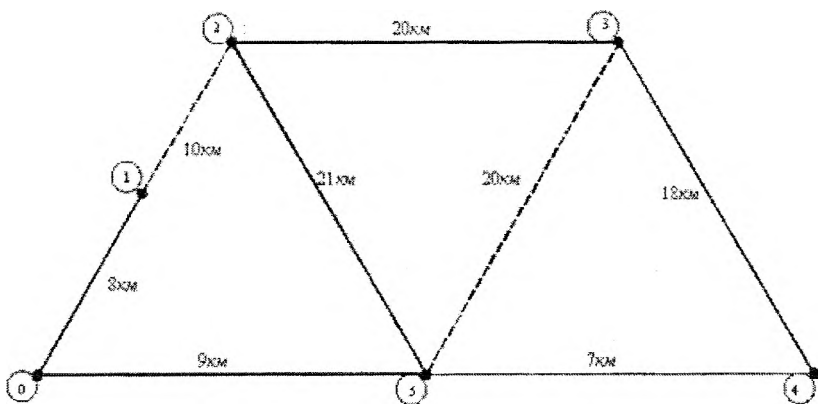
Кратчайшие расстояния между пунктами транспортной сети

Пункты транспортной сети	1	...	i	...	m
1	0		$l_{1,i}$		$l_{1,m}$
...					
i			0		
...					
m			$l_{m,i}$		0

По заданным объёмам перевозок грузов и модели транспортной сети строится картограмма грузопотоков.

Картограмма получается путём наложения на схему транспортной сети эюр грузопотоков, представленных в масштабе. Эюры грузовых потоков откладываются по направлению перемещения грузов, используя принцип «правостороннего» или «левостороннего» движения. При этом необходимо учитывать, что груз между пунктами i и j должен перемещаться по кратчайшему между ними пути. На картограмме приводятся масштабы её построения по расстояниям и объёмам перевозок, а также условные обозначения видов грузов и коэффициент использования автомобилей при их перевозке.

Пример. По заданным исходным данным (рис. 2 и табл. 5) найти кратчайшее расстояние между пунктами транспортной сети и построить картограмму грузовых потоков.



Условные обозначения



- номер пункта



- шоссе с асфальтобетонным покрытием



- шоссе с щебеночным покрытием

Рис. 2. Модель транспортной сети

Таблица 5

Объем перевозок между пунктами транспортной сети

Номера корреспондирующих пунктов $i-j$	0-1	1-4	3-4	4-1
Объёмы перевозок из пункта i в пункт j , т	240 Груз В	400 Груз А	480 Груз А	600 Груз В

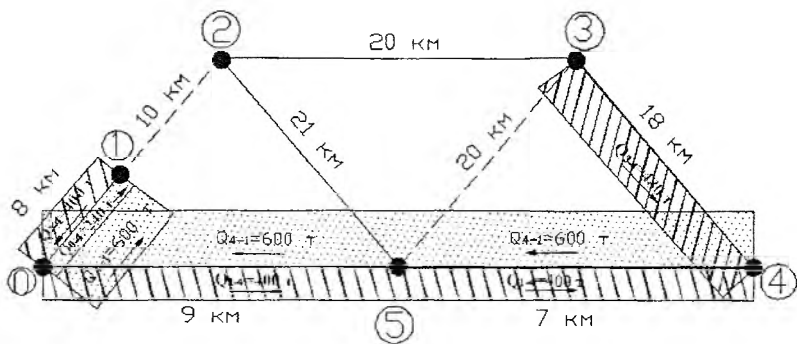
Результаты нахождения кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети сводим в табл. 6.

Таблица 6

Кратчайшие расстояния между пунктами транспортной сети

Пункты транспортной сети	0	1	2	3	4	5
0	0	8	18	29	16	9
1	8	0	10	30	24	17
2	18	10	0	20	28	21
3	29	30	20	0	18	20
4	16	24	28	18	0	7
5	9	17	21	20	7	0

По модели транспортной сети и объёмам перевозок между её пунктами строим картограмму грузопотоков по принципу «правостороннего» движения (рис. 3).



Условные обозначения



-  - ГРУЗ А
-  - ГРУЗ Б

Рис. 3. Картограмма грузопотоков

4. МАРШРУТИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК

Маршрутизация перевозок – это составление порядка следования подвижного состава между корреспондирующими пунктами при выполнении перевозок.

По одному маршруту могут перевозиться различные грузы, которые удовлетворяют условию возможности их транспортировки одним и тем же подвижным составом. Следовательно, маршрутизации перевозок должно предшествовать выделение из всех грузов, предъявленных к перевозке, групп однородных грузов с точки зрения возможности их перевозки на одном и том же типе подвижного состава. Маршруты составляются отдельно по каждой группе грузов, совпадающих по времени выполнения перевозок.

В общем виде в задаче маршрутизации перевозок заданы следующие данные:

- расположение грузоотправителей и грузополучателей;
- место расположения парка подвижного состава;
- объёмы вывоза и завоза грузов;

– характеристики транспортной сети и условия движения по ней.

Необходимо найти упорядоченные множества связанных пунктов (АТП, грузоотправители, грузополучатели), удовлетворяющие определённым требованиям организации транспортного процесса во времени и представляющие собой маршруты, при перевозках на которых достигается экстремальное значение целевой функции – минимум транспортных издержек. Основным содержанием задачи маршрутизации является определение оптимального плана возврата порожних автомобилей, обеспечивающего максимально возможный коэффициент использования пробега и соответственно минимальные транспортные издержки.

Задача маршрутизации перевозок при помашинной отправке может быть рассмотрена в следующей постановке.

Пусть груз, сосредоточенный в пунктах A_i в количестве Q_i , необходимо доставить в пункты B_j в количестве Q_j . Объём перевозок из i -го пункта отправления в j -й пункт назначения составляет для k -го груза Q_{ijk} . Указанные объёмы перевозок грузов приводятся к одному классу груза. Приведение объёмов перевозок грузов к первому классу груза производится по следующей формуле:

$$X'_{ij} = \sum_{k=1}^2 Q_{ijk} / \gamma_{ck}, \quad (1)$$

где X'_{ij} – объём перевозок между пунктами i и j , приведённый к первому классу груза;

Q_{ijk} – фактический объём (количество) k -го груза;

γ_{ck} – коэффициент использования грузоподъёмности при перевозке k -го груза;

2 – общее число видов перевозимого груза.

Не решая задачу выбора и распределения подвижного состава, будем полагать, что для перевозок используются условные однотонные автомобили.

При выполнении перевозок в пункт B_j доставляется

$$X'_j = \sum_i X'_{ij} \quad (2)$$

приведённых к первому классу тонн груза и соответственно прибывает такое же число X_j условных автомобилей, которые после разгрузки подаются в пункты погрузки A_i ($X'_j = X_j$). Так как из пунктов A_i нужно вывезти

$$X'_i = \sum_j X'_{ij} \quad (3)$$

приведённых к первому классу тонн груза, то для пунктов A_i необходимо осуществить соответственно X_i подач порожних условных автомобилей ($X'_i = X_i$).

Кратчайшие расстояния ($l_{ij} = l_{ji}$) от каждого потребителя B_j до каждого поставщика A_i известны.

Требуется определить число X_{ji} подач порожних однотонных условных автомобилей от j -го пункта разгрузки в i -й пункт погрузки с тем, чтобы общий пробег автомобилей был минимальным, т.е. необходимо найти оптимальный план возврата (подач) порожних автомобилей.

Данную задачу математически можно записать следующим образом: требуется определить совокупность величин $X_{ji} \geq 0$ (план возврата порожних автомобилей), удовлетворяющих ограничениям:

$$\sum_i X_{ji} = X_j; \quad (4)$$

$$\sum_j X_{ji} = X_i$$

и минимизирующих функцию

$$L_{\text{пор}} = \sum_j \sum_i l_{ji} X_{ji} \rightarrow \min. \quad (5)$$

Поскольку количество завозимых грузов равно количеству вывозимых, то справедливо равенство

$$\sum_i X_i = \sum_j X_j. \quad (6)$$

Сформулированная задача представляет собой классическую транспортную задачу линейного программирования закрытого типа.

Подготовку исходных данных для решения поставленной задачи рекомендуется производить в табличной форме (табл. 7).

Таблица 7

Подготовка исходных данных
для маршрутизации перевозок грузов

Шифр пункта отправления A_i	Шифр пункта получения B_j	Перевозки по видам грузов		Класс груза	Коэффициент использования грузоподъемности для данного груза γ_{ck}	Объем перевозок, приведенный к первому классу груза $X'_{ijk}, \text{т}$	Суммарный объем перевозок, приведенный к первому классу груза $X'_{ij}, \text{т}$
		Вид груза	Объем перевозок $Q_{ijk}, \text{т}$				

По данным табл. 7 и по формулам (2) и (3) рассчитываются значения X'_i и X'_j , которые равны числу ездов по возврату порожних условных одностонных автомобилей X_i и X_j . Их расчёты сводятся в табл. 8, являющуюся сводным планом ездов с грузами условных одностонных автомобилей.

Таблица 8

Сводный план ездов условных одностонных автомобилей

Грузоотправители	Грузополучатели			$X'_i = X_i$
	...	B_j	...	
...				
...				
A_i		X'_{ij}		
...				
...				
$X'_j = X_j$				$X'_{ij} X'_{ij}$

Для решения транспортной задачи используют так называемую распределительную таблицу, которая в общем случае имеет следующий вид (табл. 9).

Таблица 9

Распределительная таблица (общий вид)

Грузоотправители	Грузополучатели			Объем вывоза груза	Потенциал строки
	B_1	B_j	B_n		
1	2	3	4	5	6
A_1					

1	2	3	4	5	6
A_i		l_{ji} X_{ji}		X_i	U_i
A_n					
Объем завоза груза		X_j			
Потенциал столбца		U_j			

Распределительная таблица составляется по данным табл. 6 и 8. В неё заносится расстояние l_{ji} , число отправляемых условных односторонних автомобилей X_j и число прибывающих условных односторонних автомобилей X_i .

Для поиска оптимального закрепления грузоотправителей за грузополучателями по подаче порожних автомобилей необходимо сделать в распределительной таблице первоначальное закрепление, т. е. получить произвольный план закрепления (опорный), удовлетворяющий ограничениям (4)–(6) при числе загруженных клеток $m + n - 1$ и при отсутствии циклов (контуров). Такой план, содержащий ровно $m + n - 1$ заполненных клеток без циклов, называется базисным. Цикл (контур) в распределительной таблице – это замкнутая ломаная линия, образованная прямыми отрезками, углы между которыми равны 90° , а вершины углов лежат в загруженных клетках. Контур

может быть четырехугольным, шестиугольным, восьмиугольным и т.д. Если число загруженных клеток – более $m + n - 1$, то среди них есть цикл.

Существует несколько методов получения опорного плана – метод северо-западного угла (диагональный), метод абсолютного двойного предпочтения, метод минимального элемента, метод минимальных разностей, метод Коцига и ряд более эффективных, ускоряющих в дальнейшем поиск оптимального решения, методов.

Для получения начального базисного решения (опорного плана) целесообразно применять один из эффективных методов – метод двойного предпочтения. В соответствии с этим методом опорный план составляется по следующему правилу:

– выбирается минимальное расстояние по каждой строке распределительной таблицы, т. е. находится $\min l_{ji}$. Такие клетки отмечаются значком, например, звездочкой (*). Если в одной строке несколько клеток имеют одинаковые минимальные расстояния, то отмечаются все эти клетки. То же самое проделывается по каждому столбцу, т. е. находятся и отмечаются клетки $\min l_{ji}$;

– клетки в порядке возрастания указанных в них расстояний l_{ji} загружаются числом подач автомобилей X_{ji} , начиная с отмеченных дважды и последовательно переходя к отмеченным один раз и неотмеченным, пока не будут удовлетворены ограничения (2), (3). Объем перевозки груза X_{ji} , заносимый в клетку ji , определяется как минимум от числа ездов по строке и столбцу с учетом ранее назначенных других перевозок:

$$X_{ji} = \min(X_i', X_j'),$$

где X_i' – число порожних ездов к i -му отправителю с учетом ранее назначенных подач от других, кроме j -го, получателей;

X_j' – число порожних ездов от j -го получателя с учетом ранее назначенных перевозок к другим, кроме i -го отправителям.

Из сравниваемых величин X_i' и X_j' вычитаем значение X_{ji} , в результате чего все клетки строки (если $X_i' < X_j'$) либо столбца (если $X_i' > X_j'$) полностью исключаются из дальнейшего рассмотрения, а значимая разность соответственно $(X_j' - X_{ji})$ или $(X_i' - X_{ji})$ подлежит дальнейшему распределению по клеткам таблицы. Если $X_i' = X_j'$, то оставляется к рассмотрению i -я строка с нулевым ограничением либо j -й столбец с нулевым ограничением. Оставляют столбец или строку с меньшими значениями расстояний в клетках, куда может попасть нулевая загрузка. В дальнейшем этой нулевой загрузкой оперируют как значимой положительной величиной.

Полученное таким образом закрепление является одним из возможных базисных планов.

Для оценки оптимальности полученного первоначального плана и (при необходимости) для поиска оптимального плана закрепления применяется ряд методов: метод квадратов, метод опорных элементов, распределительные методы (метод Хичкока, метод Креко, метод МОДИ), методы с разрешающими элементами (метод разрешающих слагаемых и метод разрешающих множителей).

Наиболее широкое применение при ручном счете получили модифицированный распределительный метод (МОДИ). При использовании данного метода в распределительную таблицу вносятся вспомогательные строки и столбец, в которые помещаются специальные показатели, называемые потенциалами. Основан метод МОДИ на том, что если к расстояниям любой строки (столбца) распределительной таблицы прибавить или отнять от них одно и то же произвольное число, то оценка оптимальности относительно не изменится. Если, например, от расстояния каждой i -й строки отнимать число U_i , а от

расстояний каждого j -го столбца – U_j , то тогда относительной оценкой любой клетки ji может служить параметр U_{ij} вместо l_{ji} , рассчитываемый по следующей формуле:

$$U_{ji} = l_{ji} - U_i - U_j. \quad (7)$$

Принимая для загруженных клеток $U_{ji} = 0$ и используя формулу (7), определяют потенциалы U_i и U_j по следующему правилу:

- потенциал для первой строки таблицы принимается равным нулю;
- по расстояниям загруженных клеток подбираются потенциалы для других строк и столбцов таким образом, чтобы соблюдалось принятое условие: $l_{ji} - U_i - U_j = 0$, т.е. расстояние в каждой загруженной клетке должно быть равно сумме потенциалов строки и столбца данной клетки.

Затем по вычисленным потенциалам строк U_i и столбцов U_j с использованием формулы (7) определяется значение оценочного параметра U_{ij} для каждой незагруженной клетки (не вошедшей в базисный план). Величина параметра U_{ij} характеризует общее увеличение пробега, вызванное включением в план одной ездки из пункта j в пункт i по сравнению с рассматриваемым планом.

Если значение оценочного параметра свободной клетки будет меньше нуля ($U_{ji} < 0$), то это значит, что перераспределение корреспонденций по клеткам таблицы с занесением загрузки в такую свободную клетку, называемую потенциальной, уменьшает значение целевой функции. Отсутствие клеток со значением параметра $U_{ji} < 0$ означает, что проверяемый план закрепления потребителей за поставщиками является оптимальным.

В противном случае из всего множества свободных клеток выявляется наиболее потенциальная с минимальным значением U_{ij} . Занесение корреспонденции в такую клетку дает наибольшее уменьшение целевой функции на каждую единицу перераспределенного объема перевозок.

При перераспределении загрузки по клеткам распределительной таблицы для потенциальной клетки, как для загруженной, строится контур. Введение к $m + n - 1$ загруженным клеткам потенциальной клетки образует ровно один определенный контур, присущий вводимой клетке, после чего клетки, соответствующие вершинам контура, нумеруются следующим образом: номер 1 присваивается выбранной потенциальной клетке, в дальнейшем нумерация ведется в порядке следования вершин по контуру (клеткам контура могут присваиваться положительные и отрицательные знаки). Затем производится перераспределение по контуру следующим образом:

- выявляется клетка с четным номером, которой соответствует наименьшее значение загрузки;
- число ездов, указанное в данной точке, вычитается из значений во всех четных клетках и прибавляется к значениям во всех нечетных клетках контура, включая и потенциальную.

Если среди четных клеток контура окажутся две (или более) с одинаковой минимальной корреспонденцией, то из плана исключается одна из них. Она расположена в клетке с большим расстоянием перевозки, а вместо остальных оставляют условную нулевую загрузку, чтобы не допустить вырождения.

В результате одна клетка с большим расстоянием перевозки становится свободной, а наиболее потенциальная клетка получает загрузку. Значение загрузок в клетках, которые не входили в контур, переносятся без изменений в таблицу нового улучшенного плана закрепления.

Полученный новый план проверяется на оптимальность. Если оптимальное решение не получено, то выявляется наиболее потенциальная клетка, строится для неё контур (цикл) и

по контуру делается перераспределение с соблюдением вышеизложенных правил. Данные действия повторяются до тех пор, пока не будет найден оптимальный план возврата порожних автомобилей. Если для какой-то свободной клетки сумма потенциалов равна l_{ji} , то это означает, что можно построить другой оптимальный план с тем же значением целевой функции.

Кроме того, возможны случаи, когда число загруженных клеток в таблице меньше $m + n - 1$ (случай вырождения) и больше $m + n - 1$ (случай наличия циклов). В первом случае нельзя оценить оптимальность решения, т. к. невозможно определить потенциалы для некоторых строк и столбцов, во втором – потенциалы некоторых строк и столбцов определяются неоднозначно.

В случае вырождения необходимое число свободных клеток таблицы загружают нулями с соблюдением следующего правила: нулевые загрузки заносятся в клетки, лежащие на пересечении строк (столбцов), не имеющих потенциалов, со столбцами (строками), для которых потенциалы уже определены. Целесообразно выбрать из данных клеток такие, которым соответствуют наименьшие расстояния перевозки. Клетки, загруженные нулями, не должны образовывать контуров (циклов) с другими загруженными клетками таблицы.

В случае наличия циклов из некоторых клеток таблицы исключают загрузки следующим образом:

- строится один из возможных контуров;
- нумеруются углы контура по часовой стрелке;
- определяется сумма расстояний перевозки для клеток, в которых лежат углы контура с четными номерами;
- определяется сумма расстояний перевозки для клеток, в которых лежат углы контура с нечетными номерами;
- среди клеток, для которых сумма расстояний больше, выявляется клетка с наименьшим значением объема перевозки;
- количество груза, указанное в выявленной клетке, вычитается из загрузки каждой из клеток, для которых сумма

расстояний перевозки больше, и прибавляется к загрузке каждой из клеток, для которых сумма расстояний перевозки меньше.

Указанные действия повторяются до полного исключения циклов (контуров) в распределительной таблице. При этом необходимо обращать внимание на то, чтобы не допустить вырождения за счет одномерного исключения загрузок в нескольких клетках одного цикла.

Исключение контуров в распределительной таблице по вышеописанной методике уменьшает одновременно и значение целевой функции. Наличие циклов в распределительной таблице имеет место, как правило, если за первоначальное закрепление принят сводный план ездов с грузами (см. табл. 8).

В результате решения поставленной транспортной задачи линейного программирования находится оптимальный план возврата порожних автомобилей в пункты отправления груза.

По оптимальному сводному плану ездов условных односторонних автомобилей с грузами и оптимальному плану возврата порожних автомобилей (ездов без груза) составляются рациональные маршруты движения состава при перевозке грузов.

Составление рациональных маршрутов возможно двумя способами: методом таблиц связей и методом совмещенных планов. Наиболее широкое применение получил последний из них.

При использовании данного метода в соответствующие клетки таблицы оптимального сводного плана ездов с грузами (табл. 8) из таблицы оптимального плана возврата порожних автомобилей переносятся данные, характеризующие число и направление ездов без груза. Эти цифры необходимо выделить (подчеркнуть карандашом, обвести кружком и т. д.).

В клетках ij полученной таблицы совмещенных планов имеются две цифры (выделенная и невыделенная). Получаются маятниковые маршруты $A_i B_j B_j A_i$, число ездов на которых равно минимуму $\{X_{ij}, X_{ji}\}$, где X_{ij} – число ездов с грузом из A_i в B_j ; X_{ji} – число ездов без груза из B_j в A_i . Включенное в маршрут число ездов с грузом или без груза из дальнейшего рассмотрения исключается.

Когда все маятниковые маршруты найдены, в таблице совмещенных планов начинают строить четырёхугольные, затем — шестиугольные и так далее контуры, все углы которых лежат в загруженных клетках, причем углы в клетках с грузеными езками должны чередоваться с углами в клетках с порожними езками. Каждый из полученных контуров составляет маршрут, число оборотов на котором определяется наименьшим числом в клетках, соответствующим углам контура. Число ездов, включенное в маршрут, при дальнейшем рассмотрении не учитывается. Шифр маршрута состоит из шифров клеток углов контура. Решение ведется до полного исключения всего числа ездов из таблицы совмещенных планов.

После того, как получены маршруты движения при перевозке груза условными однотонными автомобилями, разрабатываются схемы маршрутов перевозки грузов с указанием конкретных видов грузов, объемов их перевозки между каждой парой пунктов $A_i B_j$, порожних пробегов от пунктов разгрузки в пункты погрузки. При этом фактическое количество k -го груза Q_{ijk} , перевозимого между пунктами $A_i B_j$, определяется по формуле:

$$Q_{ijk} = X_{ijk} \gamma_{ck},$$

где X_{ijk} — число ездов с k -м грузом условных однотонных автомобилей между пунктами A_i и B_j .

Так как между двумя пунктами транспортной сети A_i и B_j могут перевозиться несколько видов грузов, то возможен случай, когда будет необходимо разбить маршрут движения на два или более. На каждом участке данного маршрута перевозится один вид грузов. Для каждого маршрута перевозки грузов должно соблюдаться условие

$$\frac{Q_{ijk}}{\gamma_{ck}} = \text{const.}$$

Завершается маршрутизация перевозок грузов решением задачи по закреплению маршрутов за автотранспортными предприятиями с установлением нулевых пробегов автомобилей.

Закрепление маршрутов за автотранспортными предприятиями (АТП) требует решения двух взаимосвязанных вопросов: определение начального и соответствующего ему конечного пункта маршрута и непосредственное закрепление маршрута за АТП.

Начальным пунктом маршрута может быть каждый грузоотправитель, связанный данным маршрутом. При этом выбранному начальному пункту соответствует определенный конечный пункт маршрута.

На маятниковых маршрутах с обратным негруженным пробегом имеется только по одному отправителю и получателю груза, поэтому у такого маршрута может быть только один вариант начала и конца.

Этого нельзя сказать о других типах маршрутов, объединяющих по несколько грузоотправителей и грузополучателей. Однако в любом случае устанавливаются возможные варианты начальных и конечных пунктов маршрута и для каждого варианта определяются расстояния между ними, а также соответствующие нулевые пробеги от имеющихся АТП. Расстояние между начальным и конечным пунктами маршрута является участком, который исключается из пробега автомобиля при первом (последнем) обороте его на маршруте. Поэтому критерием выбора начального пункта маршрута (первого пункта погрузки) и прикрепления его к АТП является оценочный параметр, рассчитываемый по следующей формуле:

$$\Delta l_{kij} = l_{ki} + l_{jk} - l_{ji},$$

где Δl_{kij} – скорректированный нулевой пробег, км;

l_{ki} – расстояние от k -го АТП до i -го первого пункта погрузки (первый нулевой пробег), км;

l_{jk} – расстояние от j -го последнего пункта выгрузки до k -го АТП (второй нулевой пробег), км;

l_{ji} – расстояние между j -м последним пунктом выгрузки и i -м первым пунктом погрузки, км.

При закреплении маршрутов за АТП рассчитываются значения оценочного параметра для всех возможных вариантов начала выполнения маршрута и по каждому АТП. Расчеты значений Δl_{kij} рекомендуется выполнять в табличной форме (табл. 10) по ранее полученным кратчайшим расстояниям между пунктами транспортной сети (см. табл. 6).

Таблица 10

Расчет скорректированных нулевых пробегов

Номер маршрута M_i	Пункты маршрута		Автотранспортное предприятие C_k			
	Начальный A_i	Конечный B_j	l_{ki}	l_{jk}	l_{ji}	Δl_{kij}

Из возможных вариантов применяется тот, для которого значение скорректированного нулевого пробега Δl_{kij} является минимальным, т.е. $\min \Delta l_{kij}$.

По результатам оптимального закрепления маршрутов за АТП окончательно оформляются схемы маршрутов.

На схеме маршрута должны быть указаны:

- шифр маршрута (последовательность прохождения подвижным составом пунктов маршрута);
- местонахождение грузоотправителей, грузополучателей, пробеги с грузом и без груза на маршруте;

- объемы перевозки и виды груза, коэффициент использования грузоподъемности при перевозке каждого груза;
- местонахождение АТП, начальный и конечный нулевые пробеги;
- расстояние между населенными пунктами.

Пример. Требуется составить маршруты перевозок грузов по заданным исходным данным (см. предыдущий пример).

Воспользовавшись формулой (1), по форме табл. 11 производим подготовку исходных данных для маршрутизации перевозок с учетом заданных грузопотоков.

Таблица 11

Подготовка исходных данных для маршрутизации перевозок грузов

A_i	B_j	Перевозки по видам грузов		Класс груза	γ_{ck}	X'_{ijk}	X'_{ij}
		Вид груза	Q_{ijk} , т				
1	2	3	4	5	6	7	8

По данным табл. 7 и формулам (2) и (3) рассчитываем значения X_i и X_j (табл. 12).

Таблица 12

Сводный план ездки условных однетонных автомобилей для перевозки заданных грузов

Грузоотправители	Грузополучатели		$X_i' = X_i$
	B_1	B_4	
1	2	3	4
A_0	240		240

1	2	3	4
A_1		500	500
A_3		600	600
A_4	600		600
$X'_j = X_j$	840	1100	1940

По установленным значениям X_i и X_j и кратчайшим расстояниям между пунктами l_{ji} составляем распределительную таблицу, получаем первоначальное базисное решение методом двойного предпочтения и проверяем на оптимальность полученный план ездки по возврату однотонных порожних автомобилей (табл. 13).

Таблица 13

План ездки по возврату однотонных порожних автомобилей

Грузоотправители	Грузополучатели		Объем вывоза груза	Потенциал строки
	B_1	B_4		
A_0	* 8 240	20 16	240	0
A_1	** 0 500	36 24	500	-8
A_3	50 100	* 18 500	600	+22
A_4	12 24	** 0 600	600	+4
Объем завоза груза	840	1100	—	—
Потенциал столбца	+8	-4	—	—

Как видно из табл. 13, первоначальное базисное решение оказалось оптимальным, так как отсутствуют отрицательные значения оценочного параметра U_{ji} для свободных клеток (значения приведены в левом верхнем углу клеток).

На основании сводного плана ездки условных однотонных автомобилей с грузом (табл. 12) и оптимального плана ездки по возврату таких же порожних автомобилей (табл. 13) составляем совмещенный план ездки с грузом и без него (табл. 14). Цифра, указывающая на ездки с грузом, подчеркнута сплошной линией.

Таблица 14

Совмещенный план ездки с грузом и без груза условных однотонных автомобилей (для данного примера)

Грузо-отправители	Грузополучатели		X_j
	B_1	B_4	
A_0	<u>240 (№ 1 – 240)</u> 240 (№ 1 – 240)		240
A_1	<u>500 (№ 3 – 500)</u>	500 (№ 3 – 500)	500
A_3	100 (№ 4 – 100)	<u>600 (№ 2 – 500, № 4 – 100)</u> 500 (№ 2 – 500)	600
A_4	<u>600 (№ 3 – 500, № 4 – 100)</u>	600 (№ 3 – 500, № 4 – 100)	600
X_j	840	1100	1940

Примечание. 1. В скобках при общем числе ездки указана их реализация на маршрутах.
 2. Контуры маршрутов показаны линиями:
 ————— № 3;
 - - - - - № 4.

По данным табл. 14 составляем сначала маятниковые маршруты с обратным порожним пробегом, а затем – рациональные маршруты путем построения контуров.

Разработанные маршруты приведем в табл. 15.

Таблица 15

Маршруты перевозок грузов

Номер маршрута M_i	Вид маршрута	Возможный шифр маршрута (последовательность прохождения пунктов маршрута)	Мощность грузопотока на маршруте, усл. т
M_1	Маятниковый	$A_0B_1B_1A_0$	240
M_2	То же	$A_3B_4B_4A_3$	500
M_3	Рациональный	$A_1B_4B_4A_4A_4B_1B_1A_1$	500
M_4	То же	$A_3B_4B_4A_4A_4B_1B_1A_3$	100

Определяем скорректированные нулевые пробеги для всех возможных вариантов начала выполнения маршрута относительно АТП. Расчеты ведем в табличной форме (табл. 16), пользуясь данными табл. 6.

Таблица 16

Расчет скорректированных нулевых пробегов
(для данного примера)

Номер маршрута M_i	Пункты маршрута		Автотранспортное предприятие C_5			
	начальный A_i	конечный B_i	l_{5i}	l_{j5}	l_{ij}	Δl_{5ij}
1	2	3	4	5	6	7
M_1	A_0	B_1	9	17	8	<u>18</u>
M_2	A_3	B_4	20	7	18	<u>9</u>

1	2	3	4	5	6	7
M ₃	A ₁	B ₁	17	17	0	34
	A ₄	B ₄	7	7	0	14
M ₄	A ₃	B ₄	20	17	30	7
	A ₄	B ₄	7	7	0	14

Выбираем по минимуму $\Delta I_{5ij} \min(\Delta I_{5ij})$ наилучший вариант начала и, соответственно, окончания выполнения маршрута относительно АТП (подчеркнутые числа в последнем столбце табл. 16).

По модели транспортной сети и данным табл. 6, 15, 16 окончательно оформляются схемы маршрутов перевозок грузов с указанием их окончательного шифра и нулевых пробегов (рис. 4).

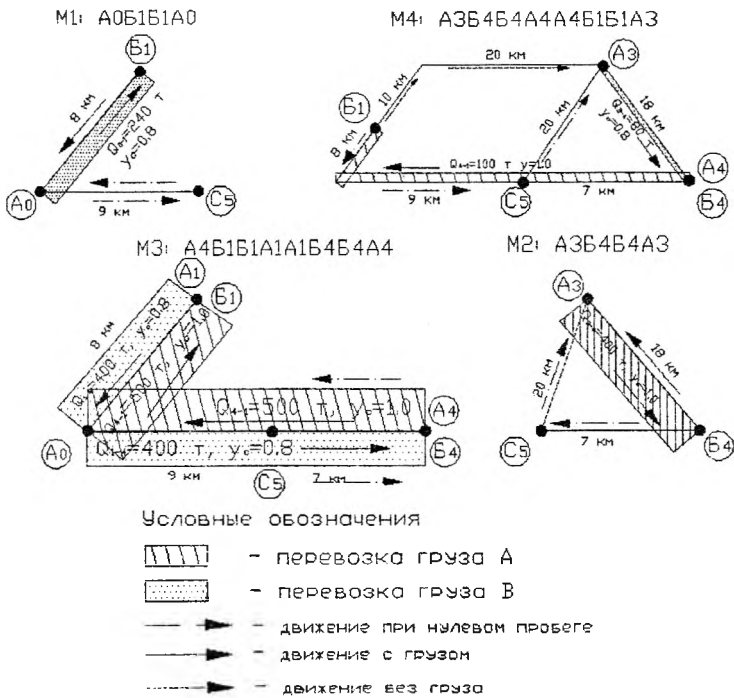


Рис. 4. Схемы маршрутов перевозки грузов

5. ВЫБОР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ РАБОТЫ НА МАРШРУТАХ

Для перевозки грузов могут использоваться универсальные бортовые и специализированные автотранспортные средства. При этом работа автопоездов челночным способом с перецепкой прицепного звена не применяется в связи с относительно низкими значениями времени простоя под погрузкой-разгрузкой.

Обоснование целесообразной сферы применения универсальных бортовых и специализированных автотранспортных средств для перевозки грузов может производиться исходя из «равноценной длины» ездки с грузом $l_{\text{ег,р}}^w$, при котором производительность сравниваемых типов подвижного состава равна. Значение $l_{\text{ег,р}}^w$ определяется по формуле

$$l_{\text{ег,р}}^w = \left(q \frac{\Delta t}{\Delta q} - t_{\text{п-р}} \right) \cdot \beta_0 v_T, \quad (8)$$

где q – грузоподъёмность бортового автотранспортного средства, т;

Δq – превышение грузоподъёмности универсального бортового автотранспортного средства над грузоподъёмностью специализированного, т;

Δt – время сокращения простоя специализированного автотранспортного средства по сравнению с универсальным бортовым, ч;

$t_{\text{п-р}}$ – продолжительность простоя универсального бортового автотранспортного средства под погрузкой-разгрузкой, ч;

β_0 – коэффициент использования пробега на маршруте за оборот;

v_T – средняя техническая скорость на маршруте, км/ч.

По производительности могут сравниваться разнотипные автотранспортные средства (универсальные бортовые, специа-

лизированные) одной марки, класса грузоподъёмности (группы) и состава (одиночные автомобили, автопоезда).

Выбор состава автотранспортных средств производится по удельной мощности и суммарному дорожному сопротивлению, зависящему от типа дорожного покрытия и продольного профиля дороги. Класс грузоподъёмности и состав автотранспортных средств окончательно принимается с учетом имеющих место ограничений по размеру партий грузов и по осевой нагрузке, допускаемой дорожными условиями.

Численные значения q , Δq , Δt , $t_{п-р}$ присущи сравниваемым автотранспортным средствам при данных условиях перевозок и, как правило, не зависят от характеристик маршрутов, на которых работают. В то же время значения β_0 и v_T зависят, в основном, от характеристик маршрута.

Зависимость между $l_{ег.р}^w$ и произведением $\beta_0 v_T$ является прямо пропорциональной, т.к. формула (8) может быть представлена в следующем виде:

$$l_{ег.р}^w = a \cdot \beta_0 v_T,$$

где

$$a = q \frac{\Delta t}{\Delta q} - t_{п-р}.$$

Поэтому для обоснования целесообразности типа подвижного состава на маршруте достаточно рассчитать значения β_0 , v_T , $l_{ег}$, определить по первым двум $l_{ег.р}^w$ и сравнить значения $l_{ег}$ и $l_{ег.р}^w$. Если в данном маршруте значение средней длины ездки с грузом меньше «равноценной длины» ездки, т.е. $l_{ег} < l_{ег.р}^w$, то целесообразно применение специализированного подвижного состава. При $l_{ег} > l_{ег.р}^w$, наоборот, целесообразно применение бортового автомобиля.

Значения β_0 , v_{Γ} , и $l_{\text{ер}}$ могут быть рассчитаны по следующим формулам:

$$\beta_0 = \frac{\sum_{i=1}^m l_{ri}}{\sum_{i=1}^m l_{ri} + \sum_{j=1}^m l_{xj}} = \frac{\sum_{i=1}^m l_{ri}}{l_0};$$

$$v_{\Gamma} = \frac{l_0}{t_{\text{одв}}} = \frac{\sum_{k=1}^r l_k}{\sum_{k=1}^r \frac{l_k}{v_{\Gamma k}}};$$

$$l_{\text{ер}} = \frac{\sum_{i=1}^m l_{ri}}{m},$$

l_{ri} – длина i -й ездки с грузом на маршруте, км;

m – общее количество ездок с грузом на маршруте за оборот;

l_{xj} – длина j -й холостой ездки (без груза) на маршруте, км;

n – общее количество ездок без груза на маршруте за оборот;

l_0 – общая длина оборота на маршруте, км;

$t_{\text{одв}}$ – время движения за оборот на маршруте, ч;

l_k – длина участков с k -ми дорожными условиями на маршруте, км;

$v_{\Gamma k}$ – скорость автотранспортных средств при k -х дорожных условиях, км/ч;

r – общее количество разновидностей дорожных условий на маршруте.

Значения технических скоростей движения $v_{\Gamma k}$ рекомендуется принимать в зависимости от дорожных условий по литературным источникам.

Расчеты по выбору целесообразного подвижного состава для работы на маршрутах рекомендуется выполнять в табличной форме (табл. 17).

Расчет по выбору подвижного состава для работы
на маршрутах

Номер маршрута	$\sum_{i=1}^m l_{Гi}$	m	$l_{ег}$	$\sum_{j=1}^m l_{Xj}$	l_o	β_o	$t_{одв}$	v_T	$\beta_o v_T$	$l_{ег.р}^w$	Целесообразный подвижной состав для работы на маршрутах
M_1	8	1	8	8	16	0,5	0,38	42	21,0	16,4	Марка (модель) седельного самосвального автопоезда
M_2	18	1	18	18	36	0,5	0,86	42	21,0	16,4	Марка (модель) бортового автопоезда с прицепом
M_3	48	2	24	0	48	1,0	1,14	42	42,0	32,8	Марка (модель) седельного самосвального автопоезда
M_4	42	2	21	30	72	0,58	1,78	40,4	23,6	18,4	Марка (модель) бортового автопоезда с прицепом

Расчеты значений величины $\sum_{k=1}^r \frac{l_k}{v_{Tk}}$, являющейся временем на движение за оборот $t_{одв}$, необходимо приводить под таблицей для каждого маршрута.

Таким образом, ускоренным методом качественного сравнения определяется целесообразный тип транспорта для каждого из маршрутов.

Пример. Необходимо выбрать подвижной состав для работы на составленных ранее маршрутах. Примем, что дорожные условия допускают эксплуатацию автомобилей с нагрузкой на одиночную ось 10 т. При этом рельеф местности – равнинный.

Выбираем специализированный тип подвижного состава, например, самосвальный автомобильный поезд в составе: седельный тягач с самосвальным полуприцепом на базе автомобиля с десятитонной осевой нагрузкой. Сделать выбор марки и модели автомобиля, используя справочную информацию о грузовых автомобильных транспортных средствах. Пусть номинальная грузоподъемность выбранного автопоезда составляет 13,5 т. Для сравнения с указанным автомобильным поездом может быть принят бортовой автомобиль грузоподъемностью 8 т и прицеп грузоподъемностью 8 т.

Время простоя самосвального автомобильного поезда грузоподъемностью 13,5 т при перевозке массовых навалочных грузов по общим седельным тарифам составляет при погрузке 10 мин, при разгрузке – 8 мин. Время простоя бортового автомобильного поезда грузоподъемностью 16 т при перевозке навалочных грузов и механизированном способе выполнения работ составляет 15 мин на погрузку и 15 мин на разгрузку.

Тогда «равноценная длина» ездки с грузом может быть выражена для сравниваемых автомобильных транспортных средств в следующем виде:

$$l_{\text{ег.р}}^w = \left(16 \frac{15+15-10-8}{2,5 \cdot 60} - \frac{15+15}{60} \right) \cdot \beta_0 v_T = 0,78 \cdot \beta_0 v_T.$$

Определяя показатели работы на маршрутах β_0 , v_T , $l_{\text{ег}}$ и используя полученное выражение для расчета $l_{\text{ег.р}}^w$, определим наиболее целесообразный подвижной состав для выполнения перевозок грузов (см. табл. 17). Техническую скорость принимаем для шоссе с асфальтобетонным покрытием – 42 км/ч и для шоссе со щебеночным покрытием – 33 км/ч.

Расчет значений $t_{0,\text{дв}}$ приводим отдельно по следующей формуле:

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

Потребное количество подвижного состава для осуществления перевозок грузов определяется отдельно по каждому маршруту в зависимости от суточных размеров транспортной работы и суточной производительности единицы подвижного состава.

Суточный объём перевозок грузов на маршруте $Q_{см}$ определяется по формуле

$$Q_{см} = \sum_{i=1}^m Q_{ci},$$

где Q_{ci} – суточный объём перевозок груза на i -м участке маршрута, т.

Суточная производительность единицы подвижного состава по объёму перевозок на маршруте может быть определена по следующей формуле:

$$Q_{ca} = Z_0 q \sum_{i=1}^m \gamma_{ci},$$

где Z_0 – число оборотов единицы подвижного состава на маршруте за время в наряде;

γ_{ci} – коэффициент использования грузоподъёмности подвижного состава при i -й езде с грузом на маршруте (i -м участке маршрута).

Число оборотов подвижного состава на маршруте за сутки определяется по формуле

$$Z_0 = \frac{T_n - t_n}{t_0},$$

где T_n – продолжительность нахождения автомобиля в наряде, ч;

t'_n – время, затрачиваемое на начальный и конечный нулевые пробеги, за вычетом времени на пробег автомобиля от последнего пункта разгрузки в первый пункт погрузки, ч;

t_0 – время, затрачиваемое на один оборот единицы подвижного состава на маршруте, ч.

Рассчитанное значение Z_0 необходимо округлить до целого числа.

t'_n определяется по формуле

$$t'_n = \frac{l_{n1}}{v_{T1}} + \frac{l_{n2}}{v_{T2}} - \frac{l'_x}{v_{Tx}},$$

где l_{n1} , v_{T1} – соответственно нулевой пробег и средняя техническая скорость автотранспортного средства от АТП до первого пункта погрузки;

l_{n2} , v_{T2} – соответственно нулевой пробег и средняя техническая скорость автотранспортного средства от последнего пункта выгрузки до АТП;

l'_x , v_{Tx} – соответственно нулевой пробег и средняя техническая скорость автотранспортного средства от последнего пункта разгрузки до первого пункта погрузки.

Значение времени оборота единицы подвижного состава на маршруте определяется по формуле

$$t_0 = t_{0,дв} + \sum_{i=1}^m t_{п-р_i}$$

Рассчитав суточную производительность единицы подвижного состава и суточный размер перевозок, определяем потребное число подвижного состава на маршруте:

$$A_m = \frac{Q_{см}}{Q_{са}}$$

Расчет числа подвижного состава, необходимого для работы на маршрутах, рекомендуется вести в табличной форме (табл. 18)

Таблица 18

Расчет погребного числа подвижного состава
для работы на маршрутах

Номер маршрута	$t_{0,мв}$	m	$t_{н-р,i}$	$\sum_{i=1}^m t_{н-р,i}$	t_0	$l_{н1}$	$v_{,1}$	$\frac{l_{н1}}{v_{,1}}$	$l_{н2}$	$v_{,2}$	$\frac{l_{н2}}{v_{,2}}$	l'_x	v_{Lx}	$\frac{l'_x}{v_{Lx}}$	$t'_н$
M_1	0,38	1	0,3	0,3	0,68	9	42	0,21	17	42	0,40	8	42	0,19	0,43
M_2	0,86	1	0,5	0,5	1,36	25	42	0,60	7	42	0,17	18	42	0,43	0,33
M_3	1,14	2	0,3	0,6	1,74	7	42	0,17	7	42	0,17	0			0,33
M_4	1,78	2	0,5	1,0	2,78	20	33	0,61	17	42	0,40	10 (20)	33 (42)	0,78	0,23

Номер маршрута	Принятое значение $T_{н}$	$T_{н} - t_{н1}$	Расчетное значение z_0	Принятое значение z_0	$\sum_{i=1}^m \gamma_{ci}$	q	$Q_{нв}$	$Q_{сд}$	Расчетное значение $A_{м}$	Списочное число подвижного состава	
										Седелный са-мосвалыйный автопоезд	Бортовой автопоезд с прицепом
M_1	15,8	15,38	22,6	22	1,0	13,5	297	240	0,81	1,0	—
M_2	15,8	15,46	11,4	11	0,8	16,0	140,8	400	2,84	—	3,6
M_3	15,8	15,46	8,9	9	1,8	13,5	218,7	900	4,12	5,1	—
M_4	15,8	15,57	5,6	6	1,8	16,0	172,8	180	1,04	—	1,30

Определив необходимое число автотранспортных средств для работы на отдельных маршрутах и зная коэффициент выпуска подвижного состава на линию, рассчитывают потребную численность и структуру парка АТП для перевозки заданных объёмов грузов.

Списочный парк подвижного состава, обеспечивающий работу по перевозке грузов на маршрутах, рассчитывается по следующей формуле:

$$A_c = \frac{A_m}{\alpha_b},$$

где A_c – число единиц списочного подвижного состава для работы на маршрутах;

A_m – число единиц подвижного состава, работающего на маршрутах;

α_b – коэффициент выпуска подвижного состава на линию в рабочие дни.

Расчет парка подвижного состава АТП рекомендуется выполнять в табличной форме (см. таблица 18). На рис.6 приведен расчет потребного числа подвижного состава в среде MS Excel.

7. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Ряд технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава на маршрутах определен при выборе типа подвижного состава и расчета потребного парка автомобилей на маршрутах.

Определим недостающие технико-эксплуатационные показатели работы подвижного состава на маршрутах:

- время работы на маршруте

$$T_M = Z_0 t_0 - \frac{l'_x}{v_x}, \text{ ч};$$

- время работы в наряде

$$T_H = Z_0 t_0 + t'_H, \text{ ч};$$

- среднесуточный пробег

$$l_c = Z_0 l_0 + l_{H1} + l_{H2} - l'_x, \text{ км};$$

- эксплуатационная скорость

$$V_3 = \frac{l_c}{T_H}, \text{ км/ч};$$

- коэффициент использования пробега за время работы на маршруте и в наряде

$$\beta_M = \frac{z_0 m l_{\text{ер}}}{z_0 l_0 - l'_x};$$

$$\beta_H = \frac{z_0 m l_{\text{ер}}}{l_c};$$

– коэффициенты использования грузоподъемности (статический и динамический)

$$\gamma_c = \frac{\sum_{i=1}^m \gamma_{ci}}{m};$$

$$\gamma_d = \frac{\sum_{i=1}^m (\gamma_{ci} \cdot l_{\Gamma i})}{\sum_{i=1}^m l_{\Gamma i}};$$

– транспортная работа, осваиваемая за сутки на маршруте

$$P_{на} = z_o q \sum_{i=1}^m (\gamma_{ci} \cdot l_{\Gamma i}), \text{ ТКМ};$$

– транспортная работа, осваиваемая единицей подвижного состава за время в наряде

$$P_{см} = \sum_{i=1}^m (Q_{ci} \cdot l_{\Gamma i}), \text{ ТКМ};$$

– среднее расстояние перевозки груза

$$l_Q = \frac{\sum_{i=1}^m (\gamma_{ci} \cdot l_{\Gamma i})}{\sum_{i=1}^m \gamma_{ci}}, \text{ КМ};$$

– часовая производительность по результатам работы за время в наряде

$$W_Q = \frac{Q_{на}}{T_{н}}, \text{ Т/ч};$$

$$W_P = \frac{P_{на}}{T_{н}}, \text{ ТКМ/ч};$$

– интервал движения автомобилей на маршруте

$$I = \frac{t_0}{A_m}, \text{ ч};$$

– частота движения автомобилей на маршруте

$$A_m = \frac{1}{I}, \text{ ч}^{-1}.$$

Расчет проводим в табл. 19.

Таблица 19

Расчет технико-эксплуатационных показателей
на маршрутах М1 и М4

Показатель	Маршруты	
	Маршрут М1	Маршрут М4
1	2	3
T_m	$T_m = 22 \cdot 0,68 - \frac{8}{42} = 14,8$	$T_m = 6 \cdot 2,78 - \left(\frac{10}{33} + \frac{20}{42} \right) = 15,9$
T_n	$T_n = 22 \cdot 0,68 + 0,43 = 15,4$	$T_n = 6 \cdot 2,78 + 0,23 = 16,9$
l_c	$l_c = 16 \cdot 22 + 9 + 17 - 8 = 370$	$l_c = 72 \cdot 6 + 20 + 17 - 30 = 439$
V_3	$V_3 = \frac{370}{15,4} = 24,1$	$V_3 = \frac{439}{16,2} = 27,1$
β_m	$\beta_m = \frac{22 \cdot 1 \cdot 8}{16 \cdot 22 - 8} = 0,51$	$\beta_m = \frac{6 \cdot 2 \cdot 21}{72 \cdot 6 - 30} = 0,63$
β_n	$\beta_n = \frac{22 \cdot 1 \cdot 8}{370} = 0,48$	$\beta_n = \frac{6 \cdot 2 \cdot 21}{439} = 0,57$
γ_c	$\gamma_c = \frac{1}{1} = 1$	$\gamma_c = \frac{1,8}{2} = 0,9$

1	2	3
γ_d	$\gamma_d = \frac{1 \cdot 8}{8} = 1$	$\gamma_d = \frac{0,8 \cdot 18 + 1,0 \cdot 24}{18 + 24} = 0,91$
$P_{на}$	$P_{на} = 22 \cdot 13,5 \cdot 1 \cdot 8 = 2376$	$P_{на} = 6 \cdot 16 \cdot (0,8 \cdot 18 + 1,0 \cdot 24) = 3686$
$P_{см}$	$P_{см} = 240 \cdot 8 = 1920$	$P_{см} = 80 \cdot 18 + 100 \cdot 24 = 3840$
l_Q	$l_Q = \frac{1 \cdot 8}{1} = 8$	$l_Q = \frac{0,8 \cdot 18 + 1,0 \cdot 24}{1,8} = 21,3$
W_Q	$W_Q = \frac{297}{15,4} = 19,3$	$W_Q = \frac{172,8}{16,9} = 10,2$
W_P	$W_P = \frac{2376}{15,4} = 154,3$	$W_P = \frac{3686}{16,9} = 218$
I	$I = \frac{0,68}{1} = 0,68$	$I = \frac{2,78}{1} = 2,78$
$A_ч$	$A_ч = \frac{1}{0,68} = 1,47$	$A_ч = \frac{1}{2,78} = 0,36$

8. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА МАРШРУТАХ

Для двух маршрутов (первый маятниковый и последний кольцевой) построим графики работы подвижного состава. Они строятся в соответствии со схемой маршрута в системе координат, на оси абсцисс которой в принятом масштабе откладывают время на движение и простои подвижного состава, а по оси ординат (также в масштабе) – расстояние перевозки между пунктами. В результате движение подвижного состава по участкам маршрута изображается наклонными линиями, а простой – горизонтальными линиями графика.

Время движения на участке, имеющем k -е дорожные условия, рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{\text{дв } i-j} = \frac{l_{ij}}{v_{\text{ТК}}},$$

где $t_{\text{дв } i-j}$ – время движения на данном участке маршрута $i-j$ с k -ми дорожными условиями, ч;

l_{ij} – длина участка маршрута $i-j$ с k -ми дорожными условиями, км.

Тогда

$$t_{\text{дв } 0-1} = \frac{8}{42} = 0,19;$$

$$t_{\text{дв } 4-1} = \frac{24}{42} = 0,57;$$

$$t_{\text{дв } 1-2} = \frac{10}{33} = 0,30;$$

$$t_{\text{дв } 1-2} = \frac{10}{33} = 0,30;$$

$$t_{\text{дв } 2-3} = \frac{20}{42} = 0,48;$$

$$t_{\text{дв } 3-4} = \frac{18}{42} = 0,43;$$

$$t_{\text{дв } 0-6} = \frac{9}{42} = 0,21.$$

По полученным значениям времени движения на отдельных участках маршрутов строим графики работы подвижного состава, учитывая нормы простоя подвижного состава под погрузкой-разгрузкой (рис 7).

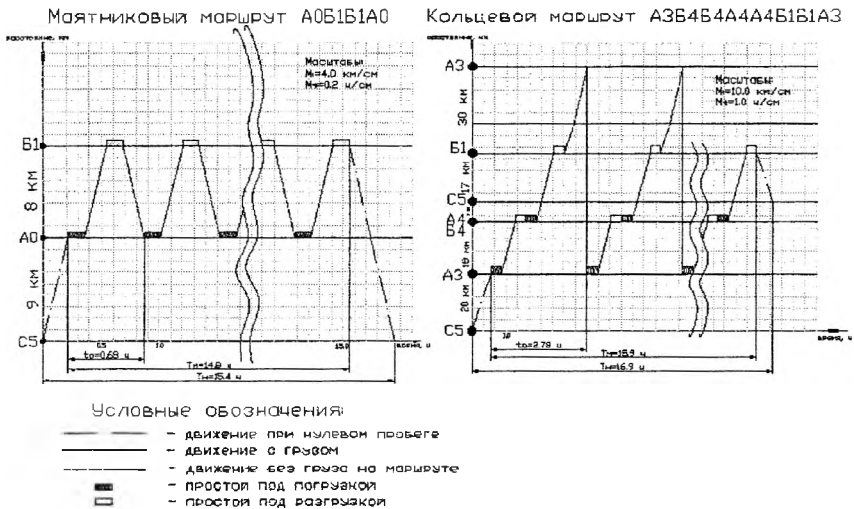


Рис. 7. Графики работы подвижного состава

9. РАСЧЕТ ВЫРУЧКИ ОТ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

При перевозках грузов общепринято устанавливать оплату за перевозку (выручку перевозчика) за километр тарифного расстояния (груженого пробега) транспортного средства в зависимости от грузоподъемности, объема и специализации его кузова, а также свойств груза (опасные, обычные, ценные, скоропортящиеся), срочности перевозки, объявления стоимости груза, вида перевозки (экспорт, импорт) и других факторов. Нижний уровень применяемых тарифов должен обеспечивать безубыточную работу перевозчика. Верхний уровень тарифов определяется конъюнктурой рынка.

В курсовой работе уровень тарифов по отдельным перевозкам грузов на маршрутах необходимо принять на основе анализа данных автомобильных перевозчиков. Если у студента нет возможности получить данные у перевозчиков, то тарифы принять исходя из анализа предложений по перевозке грузов, приведенных в базах данных в сети Internet: сайты www.cargo.ru, www.perevozki.ru, www.ati.com.ua, www.autotransinfo.ru и др.

В курсовой работе необходимо рассчитать выручку от выполнения следующих перевозок:

- перевозки груза за один оборот на одном маятниковом маршруте;

- перевозки каждого груза за один оборот на одном кольцевом маршруте;

- перевозки всех грузов за один оборот на кольцевом маршруте;

Расчет доходов от перевозки грузов на маршрутах рекомендуется выполнить в табличной форме.

Литература

Основная литература

1. Ванчукевич, В.Ф. Автомобильные перевозки / В.Ф. Ванчукевич, В.Н. Седюкевич. – Минск: Дизайн-ПРО, 1999. – 224 с.
2. Ванчукевич, В.Ф. Грузовые автомобильные перевозки / В.Ф. Ванчукевич, В.Н. Седюкевич, В.С. Холупов. – Минск: Выш. шк., 1989.

Дополнительная литература

1. Афанасьев, Л.Л. Автомобильные перевозки / Л.Л. Афанасьев, С.Н. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1973.
2. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте / Б.Л. Геронимус, Л.В. Царфин. – М.: Транспорт, 1988. – 192 с.
3. Закон об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках. – Минск, 2002.
4. Правила автомобильных перевозок грузов. – Минск: БелНИИТ «Транстехника», 2005. – 110 с.
5. Нормы времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и затрат на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава автомобильного транспорта в Республике Беларусь. – Минск: БелНИИТ «Транстехника», 2005. – 43 с.

Содержание

Введение.....	3
1. Курсовая работа.....	4
2. Исходные данные.....	4
3. Построение модели транспортной сети и картограм- мы грузопотоков.....	10
4. Маршрутизация перевозок.....	13
5. Выбор подвижного состава для работы на маршрутах.....	33
6. Определение потребности в подвижном составе для осуществления перевозок грузов.....	39
7. Расчет технико-эксплуатационных показателей рабо- ты подвижного состава.....	44
8. Расчет и построение графиков работы подвижного состава на маршрутах.....	47
9. Расчет выручки от перевозки грузов.....	49
Литература.....	51

Учебное издание

**АВТОМОБИЛЬНЫЕ
ПЕРЕВОЗКИ**

Задания и методические указания
для студентов заочного отделения специальности
1-44 01 02 «Организация дорожного движения»

Составители:
ОВЧИННИКОВ Илья Адольфович
МАТВЕЕВА Наталья Викторовна

Редактор И.Ю. Никитенко
Компьютерная верстка Д.К. Измайлович

Подписано в печать 20.04.2009.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,08. Уч.-изд. л. 2,41. Тираж 100. Заказ 10.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.