

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и логистика»

Д. М. Антюшеня

ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Учебно-методическое пособие
для студентов по направлению специальности
1-27 02 01-01 «Транспортная логистика
(автомобильный транспорт)»

В 2 частях

Часть 2

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области экономики и организации производства*

Минск
БНТУ
2021

УДК 656.13.025(075.8)

ББК 39.38я7

А72

Рецензенты:

кафедра логистики Института бизнеса БГУ;
первый заместитель Председателя государственного комитета
по науке и технологиям Республики Беларусь,
канд. экон. наук, доцент *А. А. Косовский*

Антюшеня, Д. М.

А72 Грузовые и пассажирские автомобильные перевозки: учебно-методическое пособие для студентов по направлению специальности 1-27 02 01-01 «Транспортная логистика (автомобильный транспорт)»: в 2 ч. / Д. М. Антюшеня. – Минск : БНТУ. – Ч. 2. – 2021. – 98 с.
ISBN 978-985-583-289-9 (Ч. 2).

В учебно-методическом пособии разработан и представлен оптимальный вариант организации транспортного процесса с применением экономико-математического метода линейного программирования, что позволит обеспечить максимальную производительность подвижного состава автомобильного транспорта при минимальной себестоимости перевозок.

Первая часть была издана в 2020 г.

УДК 656.13.025(075.8)

ББК 39.38я7

ISBN 978-985-583-289-9 (Ч. 2)

ISBN 978-985-583-039-0

© Антюшеня Д. М., 2021

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	6
1.1. Определение кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети.....	6
1.2. Решение транспортной задачи методом потенциалов.....	12
2. РАЗРАБОТКА МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ.....	17
2.1. Разработка рациональных маршрутов перевозки грузов методом совмещенных планов.....	17
2.2. Оптимальное закрепление маршрутов за АТП.....	21
2.3. Расчет количества подвижного состава и технико-эксплуатационных показателей.....	23
2.4. Расчет нерациональных маятниковых маршрутов.....	36
3. ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР И СХЕМ ГРУЗОПОТОКОВ И РАЗРАБОТКА МАРШРУТОВ С ПОМОЩЬЮ ЭПЮР И СХЕМ.....	50
4. ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО ГРАФИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.....	63
5. ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
ЛИТЕРАТУРА.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Транспорт является важнейшей отраслью материального производства, отличающейся особым характером внутренних процессов и специфическим характером продукта производства, эффект и полезность которого неотделимы от самого производственного процесса.

Транспорту принадлежит важная роль в процессе общественного производства, так как обязательным элементом его является перевозка сырья, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Однако роль транспорта не сводится только к перемещению определенного объема материальных ресурсов.

Транспорт в то же время воздействует на весь процесс расширенного воспроизводства, особенно на продолжительность производственного цикла и формирование размеров запасов сырья, топлива и продукции изготовителей и потребителей. Также он играет важную роль в социально-экономическом и культурном развитии общества, в экономических и культурных связях с зарубежными странами, в обороноспособности республики.

Совокупность взаимосвязанных средств транспорта (техническая база), документации и необходимых для функционирования системы исполнителей составляет транспортную систему Республики Беларусь.

Важное место занимают все виды транспорта, а в особенности автомобильный. Этот вид транспорта развивается чрезвычайно быстрыми темпами. По объемам перевозок грузов и пассажиров автомобильный транспорт прочно занимает первое место в единой транспортной системе страны. Автомобили перевозят в пять раз больше грузов и в одиннадцать раз больше пассажиров, чем все остальные виды транспорта. Ни одна отрасль народного хозяйства не может нормально функционировать без надлежащего обеспечения потребностей в автомобильных перевозках. Непрерывно растет численность подвижного состава.

Автомобильный транспорт имеет технико-экономические преимущества по сравнению с другими видами транспорта. Это высокая маневренность и способность перевозить грузы «от двери к двери»; высокая скорость доставки груза; срочность и регулярность перевозок; сравнительно малые капитальные вложения при организации перевозок; простая в любых географических и климатических

условиях организация технического обслуживания и ремонта автомобилей; меньшая по сравнению с железнодорожным транспортом стоимость перевозок на короткие расстояния (до 300 км). При этом устраняется потребность в промежуточных складах, повышается сохранность грузов, сокращаются расходы на тару.

Необходимо найти оптимальный вариант организации транспортного процесса с помощью экономико-математического метода линейного программирования для достижения максимальной производительности автомобиля и минимальной себестоимости перевозок.

Цель решения транспортной задачи – закрепление и углубление теоретических знаний, изложенных в курсе «Грузовые и пассажирские перевозки», выработка умения и навыков по вопросам технического проектирования перевозок грузов и повышения производительности труда водителей, а также развитие инженерных способностей и умения принимать самостоятельные решения при разработке конкретных транспортных задач.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить оптимальный вариант грузопотоков с помощью распределительного метода;
- выполнить маршрутизацию перевозок с оптимизацией возврата порожних автомобилей и закреплением маршрутов за автотранспортными предприятиями (АТП) с учетом, что каждое АТП может полностью обеспечить потребности в перевозке заданных грузов;
- рассчитать технико-эксплуатационные показатели работы автомобилей на маршрутах;
- разработать предложения по повышению производительности подвижного состава автомобильного транспорта.

Объект исследования – автомобильный транспорт.

Предмет – транспортный процесс на автомобильном транспорте.

1. РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

1.1. Определение кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети

Модель транспортной сети представляет собой чертеж-схему на плане местности с указанием вершин (пунктов) транспортной сети. Ее построение производится по заданной схеме расположения пунктов, по наличию звеньев сети, соединяющих два соседних пункта, и длине этих звеньев. В нашем случае при решении транспортной задачи использовалась новая схема транспортной сети, приведенная в варианте 30 приложения А.

Для решения задачи по отысканию кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети применяется метод потенциалов как наиболее удобный. В этом случае задача решается по алгоритму, состоящему из двух шагов.

Шаг 1. Начальному пункту, от которого требуется определить кратчайшие расстояния, присваивается потенциал $V_i = 0$.

Шаг 2. Просматриваются все звенья, начальные пункты i которых имеют потенциал V_i , а для конечных j потенциалы не присвоены. Затем определяются значения потенциалов конечных пунктов j по следующей формуле:

$$V_{j(i)} = V_i + l_{ij}, \quad (1.1)$$

где $V_{j(i)}$ – потенциал конечного пункта j звена $i-j$;

l_{ij} – длина звена $i-j$, т. е. расстояние между пунктами i и j .

Из всех полученных потенциалов выбирается потенциал с наименьшим значением, т. е. определяется:

$$\min \{ V_{j(i)} \} = V_{j'}(i'); \quad V_{j'}(i') \in \{ V_{j(i)} \}, \quad (1.2)$$

где $\{ V_{j(i)} \}$ – множество значений потенциалов конечных пунктов j звеньев $i-j$, i -м начальным пунктом которых ранее присвоены потенциалы;

$\{ V_{j'(i')} \}$ – потенциал конечного пункта j' звена $i'-j'$, являвшийся наименьшим по значению элементом множества $\{ V_{j(i)} \}$.

Потенциал $\{V_{j(r)}\}$ присваивается соответствующему конечному пункту j' , а звено $i'-j'$ отмечается звездочкой.

Шаг 2 повторяется до тех пор, пока всем вершинам заданной сети не будут присвоены потенциалы.

В табл. 1.1–1.10 приведен расчет по методу потенциалов для пунктов А1–Б5 транспортной сети.

Таблица 1.1

Расчет кратчайших расстояний для пункта А1

№ шага	Пункты транспортной сети									
	А1	А2	А3	А4	А5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(0, -)*	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(12, А1)	(19, А1)	(26, А1)	(14, А1)	(∞, -)
2		(22, Б1)	(18, Б1)	(27, Б1)	(26, Б1)	(12, А1)*	(19, А1)	(26, А1)	(14, А1)	(19, Б1)
3		(22, Б1)	(18, Б1)	(27, Б1)	(26, Б1)		(19, А1)	(26, А1)	(14, А1)*	(19, Б1)
4		(22, Б1)	(18, Б1)*	(27, Б1)	(26, Б1)		(19, А1)	(26, А1)		(19, Б1)
5		(22, Б1)		(27, Б1)	(26, Б1)		(19, А1)	(26, А1)		(19, Б1)*
6		(22, Б1)		(27, Б1)	(26, Б1)		(19, А1)*	(26, А1)		
7		(22, Б1)*		(27, Б1)	(26, Б1)			(26, А1)		
8				(27, Б1)	(26, Б1)			(26, А1)*		
9				(27, Б1)	(26, Б1)*					
10				(27, Б1)*						

Таблица 1.2

Расчет кратчайших расстояний для пункта А2

№ шага	Пункты транспортной сети									
	А1	А2	А3	А4	А5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(∞, -)	(0, -)*	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(10, А2)	(∞, -)	(6, А2)	(17, А2)	(8, А2)
2	(32, Б3)		(∞, -)	(∞, -)	(15, Б3)	(10, А2)	(∞, -)	(6, А2)*	(17, А2)	(8, А2)
3	(32, Б3)		(18, Б5)	(16, Б5)	(15, Б3)	(10, А2)	(∞, -)		(17, А2)	(8, А2)*
4	(22, Б1)		(16, Б1)	(16, Б5)	(15, Б3)	(10, А2)*	(∞, -)		(17, А2)	
5	(22, Б1)		(16, Б1)	(16, Б5)	(15, Б3)*		(45, А5)		(17, А2)	
6	(22, Б1)		(16, Б1)	(16, Б5)*			(26, А4)		(17, А2)	
7	(22, Б1)		(16, Б1)*				(24, А3)		(17, А2)	
8	(22, Б1)						(24, А3)		(17, А2)*	
9	(22, Б1)*						(24, А3)			
10							(24, А3)*			

Таблица 1.3

Расчет кратчайших расстояний для пункта А3

№ ша-га	Пункты транспортной сети									
	A1	A2	A3	A4	A5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(∞, -)	(∞, -)	(0, -)*	(∞, -)	(∞, -)	(6, А3)	(8, А3)	(∞, -)	(15, А3)	(10, А3)
2	(18, Б1)	(16, Б1)		(21, Б1)	(20, Б1)	(6, А3)*	(8, А3)	(∞, -)	(15, А3)	(10, А3)
3	(18, Б1)	(16, Б1)		(18, Б2)	(20, Б1)		(8, А3)*	(∞, -)	(15, А3)	(10, А3)
4	(18, Б1)	(16, Б1)		(18, Б2)	(20, Б1)			(20, Б5)	(15, А3)	(10, А3)*
5	(18, Б1)	(16, Б1)		(18, Б2)	(20, Б1)			(20, Б5)	(15, А3)*	
6	(18, Б1)	(16, Б1)*		(18, Б2)	(20, Б1)			(20, Б5)		
7	(18, Б1)*			(18, Б2)	(20, Б1)			(20, Б5)		
8				(18, Б2)*	(20, Б1)			(20, Б5)		
9					(20, Б1)*			(20, Б5)		
10								(20, Б5)*		

Таблица 1.4

Расчет кратчайших расстояний для пункта А4

№ ша-га	Пункты транспортной сети									
	A1	A2	A3	A4	A5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(0, -)*	(∞, -)	(15, А4)	(10, А4)	(∞, -)	(∞, -)	(8, А4)
2	(∞, -)	(16, Б5)	(18, Б5)		(20, Б5)	(15, А4)	(10, А4)	(18, Б5)	(∞, -)	(8, А4)*
3	(29, Б2)	(16, Б5)	(18, Б5)		(20, Б5)	(15, А4)	(10, А4)*	(18, Б5)	(∞, -)	
4	(27, Б1)	(16, Б5)	(18, Б5)		(20, Б5)	(15, А4)*		(18, Б5)	(30, Б1)	
5	(27, Б1)	(16, Б5)*	(18, Б5)		(20, Б5)			(18, Б5)	(30, Б1)	
6	(27, Б1)		(18, Б5)*		(20, Б5)			(18, Б5)	(30, Б1)	
7	(27, Б1)				(20, Б5)			(18, Б5)*	(30, Б1)	
8	(27, Б1)				(20, Б5)*				(30, Б1)	
9	(27, Б1)*								(30, Б1)	
10									(30, Б1)*	

Таблица 1.5

Расчет кратчайших расстояний для пункта А5

№ шага	Пункты транспортной сети									
	А1	А2	А3	А4	А5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(0, -)*	(14, Б1)	(30, А5)	(9, А5)	(20, А5)	(12, А5)
2	(35, Б3)	(15, Б3)	(∞, -)	(∞, -)		(14, Б1)	(30, А5)	(9, А5)*	(20, А5)	(12, А5)
3	(35, Б3)	(15, Б3)	(22, Б5)	(20, Б5)		(14, Б1)	(30, А5)		(20, А5)	(12, А5)*
4	(26, Б1)	(15, Б3)	(20, Б1)	(20, Б5)		(14, Б1)*	(30, А5)		(20, А5)	
5	(26, Б1)	(15, Б3)*	(20, Б1)	(20, Б5)			(30, А5)		(20, А5)	
6	(26, Б1)		(20, Б1)	(20, Б5)			(30, А5)		(20, А5)*	
7	(26, Б1)		(20, Б1)*	(20, Б5)			(28, А3)			
8	(26, Б1)			(20, Б5)*			(28, А3)			
9	(26, Б1)*						(28, А3)			
10							(28, А3)*			

Таблица 1.6

Расчет кратчайших расстояний для пункта Б1

№ шага	Пункты транспортной сети									
	А1	А2	А3	А4	А5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(12, Б1)	(10, Б1)	(6, Б1)	(15, Б1)	(14, Б1)	(0, -)*	(∞, -)	(∞, -)	(15, Б1)	(7, Б1)
2	(12, Б1)	(10, Б1)	(6, Б1)*	(15, Б1)	(14, Б1)		(14, А3)	(∞, -)	(15, Б1)	(7, Б1)
3	(12, Б1)	(10, Б1)		(15, Б1)	(14, Б1)		(14, А3)	(17, Б5)	(15, Б1)	(7, Б1)*
4	(12, Б1)	(10, Б1)*		(15, Б1)	(14, Б1)		(14, А3)	(16, А2)	(15, Б1)	
5	(12, Б1)*			(15, Б1)	(14, Б1)		(14, А3)	(16, А2)	(15, Б1)	
6				(15, Б1)	(14, Б1)*		(14, А3)	(16, А2)	(15, Б1)	
7				(15, Б1)			(14, А3)*	(16, А2)	(15, Б1)	
8				(15, Б1)*				(16, А2)	(15, Б1)	
9								(16, А2)	(15, Б1)*	
10								(16, А2)*		

Таблица 1.7

Расчет кратчайших расстояний для пункта Б2

№ ша-га	Пункты транспортной сети									
	A1	A2	A3	A4	A5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(19, Б2)	(∞, -)	(8, Б2)	(10, Б2)	(30, Б2)	(∞, -)	(0, -)*	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)
2	(19, Б2)	(∞, -)	(8, Б2)*	(10, Б2)	(30, Б2)	(14, А3)		(∞, -)	(23, А3)	(18, А3)
3	(19, Б2)	(∞, -)		(10, Б2)*	(30, Б2)	(14, А3)		(∞, -)	(23, А3)	(18, А3)
4	(19, Б2)	(24, Б1)			(28, Б1)	(14, А3)*		(∞, -)	(23, А3)	(18, А3)
5	(19, Б2)	(24, Б1)			(28, Б1)			(28, Б5)	(23, А3)	(18, А3)*
6	(19, Б2)*	(24, Б1)			(28, Б1)			(28, Б5)	(23, А3)	
7		(24, Б1)			(28, Б1)			(28, Б5)	(23, А3)*	
8		(24, Б1)*			(28, Б1)			(28, Б5)		
9					(28, Б1)*			(28, Б5)		
10								(28, Б5)*		

Таблица 1.8

Расчет кратчайших расстояний для пункта Б3

№ ша-га	Пункты транспортной сети									
	A1	A2	A3	A4	A5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(26, Б3)	(6, Б3)	(∞, -)	(∞, -)	(9, Б3)	(∞, -)	(∞, -)	(0, -)*	(∞, -)	(10, Б3)
2	(26, Б3)	(6, Б3)*	(∞, -)	(∞, -)	(9, Б3)	(16, А2)	(∞, -)		(23, А2)	(10, Б3)
3	(26, Б3)		(∞, -)	(∞, -)	(9, Б3)*	(16, А2)	(39, А5)		(23, А2)	(10, Б3)
4	(26, Б3)		(20, Б5)	(18, Б5)		(16, А2)	(39, А5)		(23, А2)	(10, Б3)*
5	(26, Б3)		(20, Б5)	(18, Б5)		(16, А2)*	(39, А5)		(23, А2)	
6	(26, Б3)		(20, Б5)	(18, Б5)*			(28, А4)		(23, А2)	
7	(26, Б3)		(20, Б5)*				(28, А4)		(23, А2)	
8	(26, Б3)						(28, А4)		(23, А2)*	
9	(26, Б3)*						(28, А4)			
10							(28, А4)*			

Таблица 1.9

Расчет кратчайших расстояний для пункта Б4

№ ша-га	Пункты транспортной сети									
	A1	A2	A3	A4	A5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(14,Б4)	(17, Б4)	(15, Б4)	(∞, -)	(20, Б4)	(15, Б4)	(∞, -)	(∞, -)	(0, -)*	(∞, -)
2	(14,Б4)*	(17, Б4)	(15, Б4)	(∞, -)	(20, Б4)	(15, Б4)	(33, А1)	(40, А1)		(∞, -)
3		(17, Б4)	(15, Б4)*	(∞, -)	(20, Б4)	(15, Б4)	(23, А1)	(40, А1)		(25, А3)
4		(17, Б4)		(30, Б1)	(20, Б4)	(15, Б4)*	(23, А1)	(40, А1)		(22, Б1)
5		(17, Б4)*		(30, Б1)	(20, Б4)		(23, А1)	(23, А2)		(22, Б1)
6				(30, Б1)	(20, Б4)*		(23, А1)	(23, А2)		(22, Б1)
7				(30, Б1)			(23, А1)	(23, А2)		(22, Б1)*
8				(30, Б1)			(23, А1)*	(23, А2)		
9				(30, Б1)				(23, А2)*		
10				(30, Б1)*						

Таблица 1.10

Расчет кратчайших расстояний для пункта Б5

№ ша-га	Пункты транспортной сети									
	A1	A2	A3	A4	A5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
1	(10, Б5)	(14, Б5)	(22, Б5)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(16, Б5)	(∞, -)	(∞, -)	(0, -)*
2	(10, Б5)*	(14, Б5)	(22, Б5)	(18, А1)	(∞, -)	(26, А1)	(16, Б5)	(34, А1)	(20, А1)	
3		(14, Б5)*	(22, Б5)	(18, А1)	(23, А2)	(26, А1)	(16, Б5)	(32, А2)	(20, А1)	
4			(20, Б2)	(18, А1)	(23, А2)	(26, А1)	(16, Б5)*	(32, А2)	(20, А1)	
5			(20, Б2)	(18, А1)*	(23, А2)	(26, А1)		(32, А2)	(20, А1)	
6			(20, Б2)*		(23, А2)	(26, А1)		(32, А2)	(20, А1)	
7					(23, А2)	(26, А1)		(32, А2)	(20, А1)*	
8					(23, А2)*	(26, А1)		(32, А2)		
9						(26, А1)*		(32, А2)		
10								(32, А2)*		

Таблица 1.11

Кратчайшие расстояния между пунктами транспортной сети (км)

	A1	A2	A3	A4	A5	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
A1	0	22	18	27	26	12	19	26	14	19
A2	22	0	16	16	15	10	24	6	17	8
A3	18	16	0	18	20	6	8	20	15	10
A4	27	16	18	0	20	15	10	18	30	8
A5	26	15	20	20	0	14	28	9	20	12
Б1	12	10	6	15	14	0	14	16	15	7
Б2	19	24	8	10	28	14	0	28	23	18
Б3	26	6	20	18	9	16	28	0	23	10
Б4	14	17	15	30	20	15	23	23	0	22
Б5	19	8	10	8	12	7	10	10	22	0

1.2. Решение транспортной задачи методом потенциалов

Задача на минимизацию транспортной работы состоит в определении оптимального варианта закрепления получателей за поставщиками однородной продукции.

Если обозначить объем выхода груза от некоторого поставщика через Q_i , требуемый объем завоза груза некоторому потребителю через Q_j , объем груза, перевозимого от i -го поставщика к j -му потребителю, через Q_{ij} и кратчайшее расстояние перевозки от i -го поставщика до j -го потребителя через l_{ij} , то поставленная задача в математической форме имеет вид:

$$\sum_j Q_{ij} = Q_i; \quad (1.3)$$

$$\sum_i Q_{ij} = Q_j; \quad (1.4)$$

$$\sum_i \sum_j Q_{ij} l_{ij} \rightarrow \min; \quad (1.5)$$

$$Q_{ij} \geq 0. \quad (1.6)$$

В случае если количество груза у поставщиков равно общему объему завоза груза всем потребителям, то имеет место условие:

$$\sum_i Q_i = \sum_j Q_j. \quad (1.7)$$

Поставленная таким образом задача (ограничения (1.3), (1.4), (1.6), (1.7) и целевая функция (1.5)) является закрытой моделью классической транспортной задачи линейного программирования, в результате решения которой по известным значениям Q_i, Q_j, l_{ij} находятся неизвестные значения корреспонденций Q_{ij} .

Для составления транспортной задачи из исходных данных выбираются грузы, перевозимые одним типом подвижного состава. Перечень этих грузов представлен в табл. 1.12.

Таблица 1.12

Грузы, перевозимые одним типом подвижного состава

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
А4	Б1	кирпич	1000	I, навалом
А5	Б5	силик. кирпич	1250	I, навалом
А3	Б5	кирпич	1000	I, навалом
А2	Б4	кирпич	1250	I, навалом
А1	Б3	кирпич	1500	I, навалом
ИТОГО:			6000	

Для решения транспортной задачи объемы перевозок переводятся в ездки с учетом класса груза по следующей формуле:

$$x_{ij} = \frac{Q_{ij}}{q_n \cdot \gamma}, \quad (1.8)$$

где Q_{ij} – объем перевозок, указанный в плане;

q_n – грузоподъемность автомобиля;

γ – коэффициент использования грузоподъемности (для 1-го класса – 1).

Исходные данные для маршрутизации перевозок грузов представлены в табл. 1.13.

Таблица 1.13

Исходные данные для маршрутизации перевозок грузов

Пункт отправления	Пункт получения	Перевозки по видам груза		Коэф. статического использования грузоподъемности для данного груза, γ	Число ездов, приведенных к 1-му классу груза x_{ij}
		Вид груза	Объем перевозок Q_{ij} , т		
A4	B1	кирпич	1000	1	100
A5	B5	сил. кирпич	1250	1	125
A3	B5	кирпич	1000	1	100
A2	B4	кирпич	1250	1	125
A1	B3	кирпич	1500	1	150

В клетках матрицы транспортной задачи указываются расстояния перевозки и приведенное к первому классу число ездов по отправителям и получателям; затем строится в виде матрицы возможный план перевозок (табл. 1.14).

Для отыскания оптимального закрепления потребителей за поставщиками необходимо сделать в полученной таблице первоначальное закрепление, т. е. получить произвольный план закрепления (опорный), удовлетворяющий ограничениям (1.4)–(1.7) при количестве загруженных клеток $m + n - 1$ и отсутствии циклов (контуров). Такой план, содержащий ровно $m + n - 1$ заполненных клеток без циклов, называется базисным.

Контур может быть четырехугольным, шестиугольным и 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) и ряд более эффективных, ускоряющих отыскание оптимального решения: метод абсолютного двойного предпочтения, метод минимального элемента, метод минимальных разностей, метод Коцига.

Полученный методом наименьшего элемента начальный опорный план транспортной задачи представлен в табл. 1.14.

Таблица 1.14

Начальный опорный план перевозок грузов

Грузоотправитель	Грузополучатель				Объем вывоза a_i
	Б1	Б3	Б4	Б5	
A1	12	26	125 14	25 19	150
A2	10	125 6	17	8	125
A3	6	20	15	100 10	100
A4	15	18	30	100 8	100
A5	100 4	25 9	20	12	125
Объем завоза b_i	100	150	125	225	600

Далее полученный план перевозок проверяется на оптимальность. В таблицу транспортной задачи вводятся вспомогательные строка и столбец, в которые заносятся специальные показатели, называемые потенциалами. Основан метод потенциалов на том, что если к расстояниям любой строки (столбца) таблицы прибавить или отнять одно и то же произвольное число, то оценка оптимальности относительно не изменится. Если, например, от расстояний каждой i -й строки отнимать число u_i и от расстояний каждого j -го столбца – u_j , то тогда относительной оценкой любой клетки ij может служить параметр u_{ij} вместо l_{ij} , рассчитываемый по формуле:

$$u_{ij} = l_{ij} - u_i - u_j. \quad (1.9)$$

Потенциал для наиболее загруженной строки таблицы принимается равным нулю, и по расстояниям загруженных клеток подбираются потенциалы для других строк и столбцов таблицы таким образом, чтобы соблюдалось условие (1.9), т. е. расстояние в каждой загруженной клетке должно быть равно сумме потенциалов строки и столбца данной клетки. Затем по вычисленным потенциалам строки столбцов определяется значение оценочного параметра u_{ij} для каждой незагруженной клетки (не вошедшей в базисный план). Пример расчета приведен в табл. 1.15. Величина параметра u_{ij} характеризует общее увеличение пробега с грузом, достигаемое при включении в план единицы груза по корреспонденции ij по сравнению с рассматриваемым планом. Если значение оценочного параметра свободной клетки будет меньше нуля $u_{ij} < 0$, то это значит, что перераспределение корреспонденций по клеткам таблицы с занесением объема перевозок в такую свободную клетку, называемую потенциальной, уменьшит значение целевой функции. Отсутствие клеток со значением параметра $u_{ij} < 0$ показывает, что проверяемый план закрепления потребителей за постановщиками является оптимальным. Поскольку в нашем случае равенство $m + n - 1$ не выполняется, вводится нуль в незагруженную клетку, в данном случае в клетку (B5, A2). Уточненный план перевозок грузов представлен в табл. 1.15.

Таблица 1.15

Уточненный план перевозок грузов

Грузоот- правитель	Грузополучатель				Объем вывоза a_i	u_i
	Б1	Б3	Б4	Б5		
A1			125	25	150	19
	12	26	14	19		
A2		125		0	125	8
	10	6	17	8		
A3				100	100	10
	6	20	15	10		

Грузоот- правитель	Грузополучатель				Объем вывоза a_i	u_i
	Б1	Б3	Б4	Б5		
A4	<i>15</i>	<i>18</i>	<i>30</i>	100 <i>8</i>	100	8
A5	100 <i>4</i>	25 <i>9</i>	<i>20</i>	<i>12</i>	125	<i>11</i>
Объем завоза b_i	100	150	125	225	600	
v_i	-7	-2	-5	0		

Суммарный холостой пробег автомобилей для данного плана перевозок составляет 5400 км. Полученное решение является оптимальным, так как все оценки пустых (небазисных) клеток имеют неотрицательное значение.

2. РАЗРАБОТКА МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

2.1. Разработка рациональных маршрутов перевозки грузов методом совмещенных планов

По оптимальному сводному плану ездки автомобилей с грузами и оптимальному плану возврата порожних таких же автомобилей (ездки без груза) составляются рациональные маршруты движения подвижного 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 ездки с грузами из таблицы оптимального плана возврата порожних автомобилей переносятся данные, характеризующие количество и направление ездки без груза. Эти цифры необходимо выделить.

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

Когда все маятниковые маршруты определены, в таблице совмещенных планов строятся четырехугольные, затем шестиугольные и т. д. контуры, все углы которых лежат в загруженных клетках, причем углы в клетках с грузеными езтками должны чередоваться с углами в клетках с порожними езтками. Каждый из полученных контуров составляет маршрут, количество оборотов на котором определяется наименьшим числом в клетках, соответствующих углам контура. Применим метод совмещенных планов для данных из табл. 2.1.

Таблица 2.1

Совмещенный план грузеных и порожних ездов

Грузоотправители	Грузополучатели			
	Б1	Б3	Б4	Б5
А1		<i>150</i>	125	25
А2		125	<i>125</i>	
А3				100 <i>100</i>
А4	<i>100</i>			100
А5	100	25		<i>125</i>

Как видно из табл. 2.1, для данных планов перевозок имеется один маятниковый маршрут с обратным порожним пробегом А3Б5–Б5А3 (100 ездов).

С помощью построения контуров образуется 3 рациональных кольцевых маршрута:

Таблица 2.2

Рациональные кольцевые маршруты

Грузоотправители	Грузополучатели			
	Б1	Б3	Б4	Б5
A1		<i>150</i>	125	25
A2		125	<i>125</i>	
A3				100 <i>100</i>
A4	<i>100</i>			100
A5	100	25		<i>125</i>

Грузоотправители	Грузополучатели			
	Б1	Б3	Б4	Б5
A1		<i>150</i>	125	25
A2		125	<i>125</i>	
A3				100 <i>100</i>
A4	<i>100</i>			100
A5	100	25		<i>125</i>

Грузоотправители	Грузополучатели			
	Б1	Б3	Б4	Б5
A1		<i>150</i>	125	25
A2		125	<i>125</i>	
A3				100 <i>100</i>
A4	<i>100</i>			100
A5	100	25		<i>125</i>

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

$$Q_{ijk} = X_{ijk} \cdot \gamma_{ck}, \quad (2.1)$$

где X_{ijk} – количество ездов автомобилей с k -м грузом между этими пунктами.

Так как между двумя пунктами транспортной сети могут перевозиться несколько видов грузов, то возможен случай, когда необходимо маршрут движения разбить на два или более маршрутов перевозки грузов, на каждом участке которого перевозится один вид груза. Для такого маршрута перевозки грузов должно соблюдаться условие:

$$\frac{Q_{ijk}}{\gamma_{ck}} = \text{const}. \quad (2.2)$$

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

Составленные маршруты приведены в табл. 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3

Маршруты перевозки заданных грузов

№ маршрута	Наименование маршрута	$\sum n_{об}$	z_e	$\sum n_e$	$l_{гр}$	l_x	$l_{общ}$	β_m
M1	A3B5-B5A3	100	1	100	10	10	20	0,5
P1	A5B5-B5A4-A4B1-B1A5	100	2	200	27	22	49	0,55
P2	A5B5-B5A1-A1B3-B3A5	25	2	50	38		42	0,5
P3	A1B3-B3A2-A2B4-B4A1	125	2	250	43	20	63	0,68

Таблица 2.4

Мощность грузопотока на маршруте

№ маршрута	Вид маршрута	Возможный шифр маршрута (последовательность прохождения пунктов маршрута)	Мощность грузопотока на маршруте, условные тонны	Участок маршрута	Вид груза	Мощность грузопотока на участке маршрута, в реальных тоннах
M1	Маятниковый	A3B5-B5A3	1000	A3B5	кирпич	1000
P1	Рациональный	A5B5-B5A4-A4B1-B1A5	1000	A4B1	кирпич	1000
				A5B5	Сил. кирпич	1000
				Итого по маршруту:		2000
P2	Рациональный	A5B5-B5A1-A1B3-B3A5	250	A1B3	кирпич	250
				A5B5	Сил. кирпич	250
				Итого по маршруту:		500
P3	Рациональный	A1B3-B3A2-A2B4-B4A1	1250	A1B3	кирпич	1250
				A2B4	кирпич	1250
				Итого по маршруту:		2500

2.2. Оптимальное закрепление маршрутов за АТП

Закрепление маршрутов за автотранспортными предприятиями (АТП) требует решения двух взаимосвязанных вопросов: определения начального и соответствующего ему конечного пунктов маршрута и непосредственно закрепления 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 не груженым пробегом имеется только по одному отправителю и получателю груза, и поэтому у такого маршрута может быть только один вариант начала и конца.

Этого нельзя сказать для других типов 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 начальным и конечным пунктами, а также соответствующие ему 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 и прикрепления его к АТП является оценочный параметр (скорректированный нулевой пробег), рассчитываемый по формуле:

$$\Delta l_{kij} = l_{ki} + l_{kj} - l_{ij}, \quad (2.3)$$

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

l_{ij} – 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. Результаты расчетов представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Расчет скорректированных нулевых пробегов

№ маршрута	Пункты маршрута		Автотранспортные предприятия											
	Начальный	Конечный	АТП № 1 (А5)				АТП № 2 (Б2)				АТП № 3 (Б4)			
			l_{1i}	l_{j1}	l_{ij}	Δl_{ij}	l_{2i}	l_{j2}	l_{ij}	Δl_{2ij}	l_{3i}	l_{j3}	l_{ij}	Δl_{3ij}
М1	А3	Б5	20	12	10	22	8	18	10	16	15	22	10	17
Р1	А4	Б1	20	14	15	19	10	14	15	9	30	15	15	30
	А5	Б5	0	12	12	0	30	18	12	36	20	22	12	30
Р2	А1	Б3	26	9	26	9	19	28	26	21	14	23	26	11
	А5	Б5	0	12	12	0	30	18	12	36	20	22	12	30
Р3	А1	Б3	26	9	26	9	19	28	26	21	14	23	26	11
	А2	Б4	15	20	17	18	24	23	17	30	17	0	17	0

Из возможных вариантов принимается тот, для которого значение скорректированного нулевого пробега Δl_{kij} является минимальным. Выбирается наилучший вариант начала и соответственно окончания выполнения маршрута относительно каждого АТП.

По результатам оптимального закрепления маршрутов за АТП записываются схемы маршрутов, в которых курсивом обозначаются пробеги без груза на маршруте:

M1: АЗБ5-Б5А3	АТП № 2 (Б2)
P1: А5Б5-Б5А4-А4Б1-Б1А5	АТП № 1 (А5)
P2: А5Б5-Б5А1-А1Б3-Б3А5	АТП № 1 (А5)
P3: А1Б3-Б3А2-А2Б4-Б4А1	АТП № 3 (Б4)

Таким образом, разработаны маршруты по перевозке грузов и проведено закрепление их за автотранспортными предприятиями. При этом были найдены кратчайшие расстояния перевозки с наименьшими холостыми и нулевыми пробегами.

2.3. Расчет количества подвижного состава и технико-эксплуатационных показателей

Прежде чем приступить к расчету маршрутов, выбирается тип и марка автомобиля, соответствующего требованиям при перевозке данного груза (кирпич) МА3-5336 грузоподъемностью 10 т (q_n). Время простоя под погрузкой-разгрузкой за езду определяется по формуле:

$$t_{п-р е} = H_{вр} \cdot q_n / \gamma_{ст}, \quad (2.4)$$

В соответствии с «Едиными нормами времени на перевозку грузов автомобильным транспортом» определяется норма времени простоя под погрузкой-разгрузкой 1 т груза 1-го класса бортового автомобиля грузоподъемностью 10 т. Она составляет 0,036 часа.

Тогда время простоя под погрузкой-разгрузкой принимается:

$$t_{п-р е} = (0,036 \cdot 10) / 1 = 0,36 \text{ ч.}$$

В соответствии с категорией дорог (35 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные, 65 % – дороги городские) опре-

деляется скорость движения автомобиля в данных эксплуатационных условиях по следующей формуле:

$$V_T = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{v_i}}, \quad (2.5)$$

где δ_i – удельный вес пробега автомобиля по i -й категории дорог;
 v_i – скорость движения автомобиля по i -й категории дорог.

$$V_T = 1 / (0,35 / 37 + 0,65 / 24) = 27,78 \text{ км/ч.}$$

Время работы подвижного состава $T_H = 9$ ч.

На основании имеющихся данных, выполним расчет технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава на маршрутах:

Время работы на маршруте, ч:

$$T_M = T_H - (l_{01} + l_{02}) / V_T. \quad (2.6)$$

Время оборота, ч:

$$t_o = l_M / V_T + \frac{t_{п-р} \cdot m}{\gamma}, \quad (2.7)$$

где m – число груженых ездов за оборот.

Время на последний холостой пробег, ч:

$$t'_x = \frac{l'_x}{V_t}. \quad (2.8)$$

Время на нулевые пробеги, ч:

$$t_{\text{нул}} = \frac{l_{01} + l_{02}}{V_t}, \quad (2.9)$$

Количество оборотов:

$$z_o = (T_M + t_{ex'}) / t_o. \quad (2.10)$$

Скорректированное время нахождения автомобиля на маршруте и в наряде:

$$T'_M = z'_{об} \cdot t_{об} - t'_{л'x}. \quad (2.11)$$

$$T'_H = T'_M + t_{нул}. \quad (2.12)$$

Среднесуточный пробег одного автомобиля, км:

$$l_{cc} = l_M \cdot z'_{об} + l_{01} + l_{02} - l'_{л'x}. \quad (2.13)$$

Эксплуатационная скорость, км/ч:

$$V_э = \frac{l_{cc}}{T'_H}, \text{ км/ч.} \quad (2.14)$$

Необходимое число автомобилей для перевозки заданного объема грузов:

$$A_x = \frac{Q_{пл}}{q_H \cdot z'_{об} \cdot \gamma_c}. \quad (2.15)$$

Списочный парк подвижного состава, обеспечивающий работу на маршруте:

$$A_{cc} = \frac{A_x}{\alpha_{вып}}, \quad (2.16)$$

где $\alpha_{вып}$ – коэффициент выпуска автомобиля на линию (примем его равным 0,8).

Расчет показателей T_M и T_H производится отдельно для автомобилей, работающих полное время, и отдельно для последнего автомобиля, работающего частично из-за недостатка объемов перевозок

для его полной загрузки на маршруте в течение планового времени работы в наряде. Другие показатели для единицы подвижного состава, работающей на маршруте частично, не определяются, так как за время в наряде предполагается ее работа и на других маршрутах.

Количество оборотов для последнего автомобиля:

$$z'' = z'_{об} \cdot a, \quad (2.17)$$

где a – дробная часть от вычисления потребного количества автомобилей.

$$T''_M = z''_{об} \cdot t_{об} - t'_{ix}; \quad (2.18)$$

$$T''_H = T''_M + t_{нул}. \quad (2.19)$$

Коэффициент использования пробега за оборот, на маршруте и за смену:

$$\beta_{об} = \frac{l_{г}}{l_{м}}; \quad (2.20)$$

$$\beta_{м} = \frac{l_{ге} \cdot z'_{об}}{l_{м} \cdot z'_{об} - l'_{ix}}; \quad (2.21)$$

$$\beta_{см} = \frac{l_{ге} \cdot z'_{об}}{l_{сс}}. \quad (2.22)$$

Коэффициенты использования грузоподъемности, статический и динамический:

$$\gamma_c = \frac{\sum_{i=1}^m \gamma_{ci}}{m}; \quad (2.23)$$

$$\gamma_d = \frac{\sum_{i=1}^m \gamma_{ci} l_{ги}}{\sum_{i=1}^m l_{ги}}. \quad (2.24)$$

Интервал движения автомобилей на маршруте, ч:

$$I = \frac{t_{об}}{A_x}, \quad (2.25)$$

Частота движения автомобилей на маршруте, ч⁻¹:

$$A_{ч} = \frac{A_x}{t_{об}}, \quad \text{ч}^{-1}. \quad (2.26)$$

Транспортная работа, осваиваемая за смену на маршруте, ткм:

$$P_{см} = \sum_{i=1}^m Q_{ci} l_{Ti}. \quad (2.27)$$

Транспортная работа, осваиваемая единицей подвижного состава за время в наряде, ткм:

$$P_{на} = z'_{об} \cdot q_n \cdot \sum \gamma_c \cdot l_{ге}. \quad (2.28)$$

Часовая производительность в тоннах U_T (т/ч) и тонно-километрах $W_{Ткм}$ (ткм/ч) по результатам работы за время в наряде:

$$U_T = \frac{z'_{об} \cdot q_n \cdot \gamma_c}{T'_H}; \quad (2.29)$$

$$W_{Ткм} = \frac{P_{на}}{T'_H}. \quad (2.30)$$

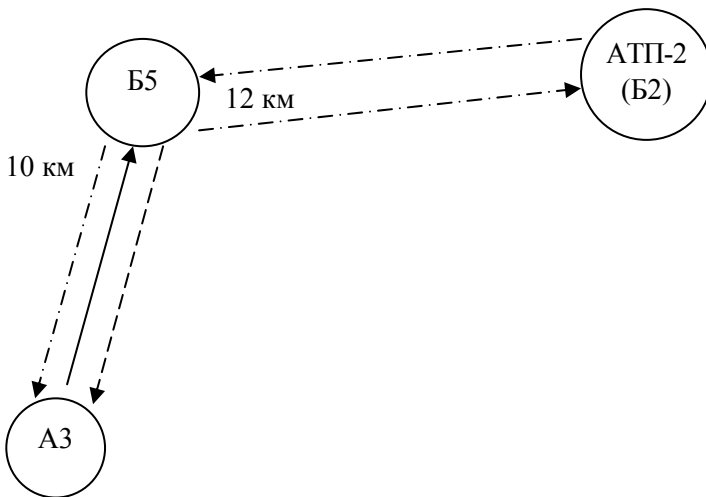
Среднее расстояние перевозки 1 т груза, км:

$$l_{1Т} = \frac{P_{см}}{Q_{пл}}. \quad (2.31)$$

Все расчеты показателей приводятся полностью, а их результаты сводятся в таблицу расчетных данных по маршрутам (табл. 3.1).

Ниже приведен пример расчета технико-эксплуатационных показателей для разработанных маршрутов.

Маршрут № 1
АЗБ5-Б5А3 = 1000 т



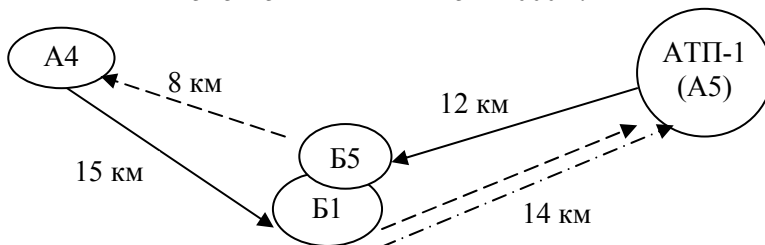
Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 22$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 12$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 20$ км
$Q_{свт} = 1000$ т	$l'_x = 10$ км
$t_{п-р} = 0,36$ ч	$l_{er} = l_x = 10$ км

- 1) $T_M = 9 - (12 + 22) / 27,78 = 7,78$ ч;
- 2) $t_{об} = 20 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 1,08$ ч;
- 3) $t'_{x} = 10 / 27,78 = 0,36$ ч;
- 4) $t_{нул} = (22 + 12) / 27,78 = 1,22$ ч;
- 5) $Z_{об} = (7,78 + 0,36) / 1,08 = 7,54$; $Z'_{об} = 8$;
- 6) $T'_M = 8 \cdot 1,08 - 0,36 = 8,28$ ч;
- 7) $T'_H = 8,28 + 1,22 = 9,5$ ч;
- 8) $l_{cc} = 20 \cdot 8 + 22 + 12 - 10 = 184$ км;

- 9) $V_9 = 184 / 9,5 = 19,4$ км/ч;
 10) $A_x = 1000 / (10 \cdot 8 \cdot 1) = 12,5$; принимаем 13 авт.;
 11) $A_{cc} = 13 / 0,8 = 16,2$; принимаем 16 авт.;
 12) $Z''_{об} = 8 \cdot 0,5 = 4$;
 13) $T''_M = 4 \cdot 1,08 - 0,36 = 3,96$ ч;
 14) $T''_H = 3,96 + 1,22 = 5,18$ ч;
 15) $\beta_{об} = 10 / 20 = 0,5$; $\beta_M = 10 \cdot 8 / (20 \cdot 8 - 10) = 0,53$; $\beta_{cm} = 10 \times$
 $\times 8 / 184 = 0,43$;
 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1 \cdot 10 / 10 = 1$;
 17) $I = 1,08 / 13 = 0,08$ ч;
 18) $A_q = 13 / 1,08 = 12,03$ ч⁻¹;
 19) $P_{сут} = 1000 \cdot 10 = 10\,000$ ткм;
 20) $P_{на} = 8 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1 = 800$ ткм;
 21) $U_T = 8 \cdot 10 \cdot 1 / 9,5 = 8,42$ т/ч; $W_{ткм} = 800 / 9,5 = 84,21$ ткм/ч;
 22) $l_{1T} = 10\,000 / 1000 = 10$ км.

Маршрут № 2
 А5Б5-Б5А4-А4Б1-Б1А5 = 1000 т.



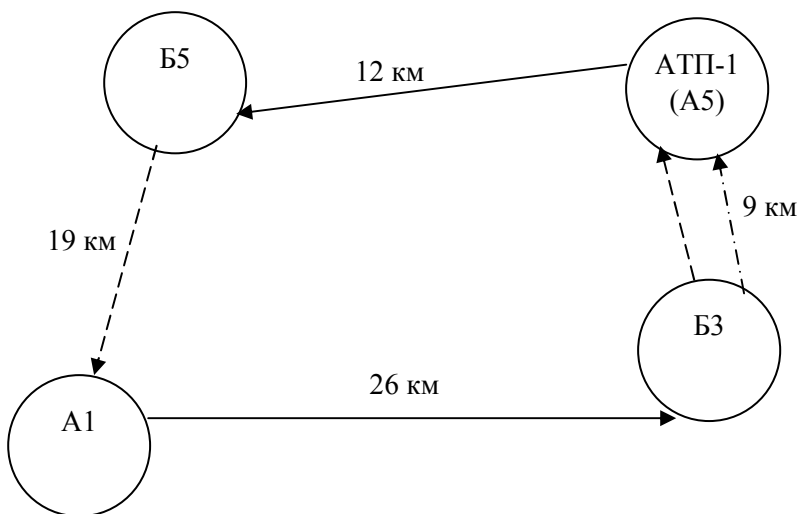
Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 0$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 14$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 49$ км
$Q_{сут} = 1000$ т	$l'_x = 14$ км
$t_{п-р} = 0,36$ ч	$\Sigma l_{er} = 27$ км

- 1) $T_M = 9 - (14 + 0) / 27,78 = 8,5$ ч;
 2) $t_{об} = 49 / 27,78 + 0,36 \cdot 2 / 1 = 2,48$ ч;
 3) $t'_{x} = 14 / 27,78 = 0,5$ ч;
 4) $t_{нул} = (0 + 14) / 27,78 = 0,5$ ч;

- 5) $Z_{об} = (8, 5 + 0, 5) / 2,48 = 3,62$; $Z'_{об} = 4$;
- 6) $T_M = 4 \cdot 2,48 - 0,5 = 9,42$ ч;
- 7) $T_H = 9,42 + 0,5 = 9,92$ ч;
- 8) $l_{cc} = 49 \cdot 4 + 14 + 0 - 14 = 196$ км;
- 9) $V_3 = 196 / 9,92 = 19,76$ км/ч;
- 10) $A_x = 1000 \cdot 2 / (10 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 2) = 25$ авт.;
- 11) $A_{cc} = 25 / 0,8 = 31,2$; принимаем 31 авт.;
- 12) $Z''_{об} = 4 \cdot 1 = 4$;
- 13) $T''_M = 4 \cdot 2,48 - 0,5 = 9,42$ ч;
- 14) $T''_H = 9,42 + 0,5 = 9,92$ ч;
- 15) $\beta_{об} = 27 / 49 = 0,55$; $\beta_M = 27 \cdot 4 / (49 \cdot 4 - 14) = 0,59$; $\beta_{cm} = 27 \times 4 / 196 = 0,55$;
- 16) $\gamma_c = (1 + 1) / 2 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 2,48 / 25 = 0,1$ ч;
- 18) $A_{ч} = 25 / 2,48 = 10,08$ ч⁻¹;
- 19) $P_{сут} = 1000 \cdot 27 = 27\ 000$ ткм;
- 20) $P_{на} = 4 \cdot 10 \cdot 27 \cdot 1 = 1080$ ткм;
- 21) $U_T = 4 \cdot 10 \cdot 1 / 9,92 = 4,03$ т/ч; $W_{ткм} = 1080 / 9,92 = 108,87$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 27\ 000 / 1000 = 27$ км.

Маршрут № 3
 А5Б5-Б5А1-А1Б3-Б3А5 = 250 т

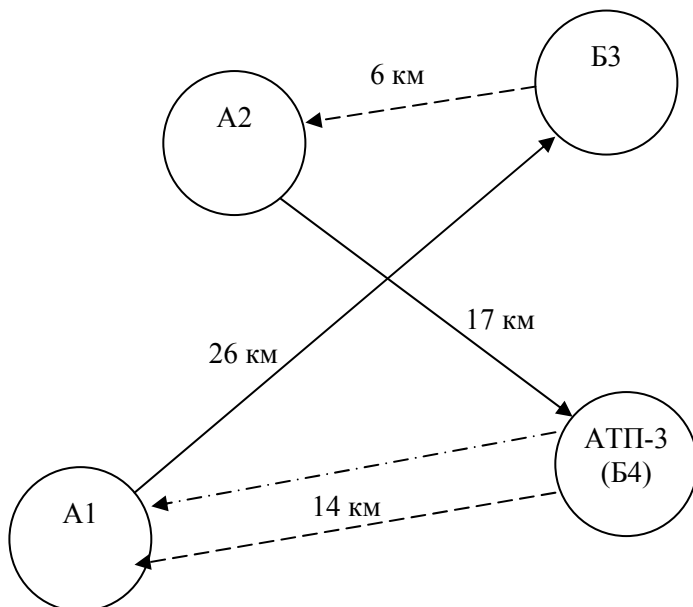


Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 0$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 9$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 66$ км
$Q_{свт} = 1000$ т	$l'_x = 9$ км
$t_{п-р} = 0,36$ ч	$\Sigma l_{ег} = 38$ км

- 1) $T_M = 9 - (0 + 9) / 27,78 = 8,68$ ч;
- 2) $t_{об} = 66 / 27,78 + 0,36 \cdot 2 / 1 = 3,1$ ч;
- 3) $t'_x = 9 / 27,78 = 0,32$ ч;
- 4) $t_{нул} = (0 + 9) / 27,78 = 0,32$ ч;
- 5) $Z_{об} = (8,68 + 0,32) / 3,1 = 2,9$; $Z'_{об} = 3$;
- 6) $T'_M = 3 \cdot 3,1 - 0,32 = 8,98$ ч;
- 7) $T'_H = 8,98 + 0,32 = 9,3$ ч;
- 8) $l_{cc} = 66 \cdot 3 + 9 + 0 - 9 = 198$ км;
- 9) $V_3 = 198 / 9,3 = 21,3$ км/ч;
- 10) $A_x = 250 \cdot 2 / (10 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2) = 8,33$; принимаем 9 авт.;
- 11) $A_{cc} = 9 / 0,8 = 11,2$; принимаем 11 авт.
- 12) $Z''_{об} = 3 \cdot 0,33 = 1$;
- 13) $T''_M = 1 \cdot 3,1 - 0,32 = 2,78$ ч;
- 14) $T''_H = 2,78 + 0,32 = 3,1$ ч;
- 15) $\beta_{об} = 38 / 66 = 0,58$; $\beta_M = 38 \cdot 3 / (66 \cdot 3 - 9) = 0,6$; $\beta_{см} = 38 \times$
 $\times 3 / 198 = 0,58$;
- 16) $\gamma_c = (1 + 1) / 2 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 3,1 / 9 = 0,34$ ч;
- 18) $A_q = 9 / 3,1 = 2,9$ ч⁻¹;
- 19) $P_{свт} = 250 \cdot 38 = 9500$ ткм;
- 20) $P_{на} = 3 \cdot 38 \cdot 10 \cdot 1 = 1140$ ткм;
- 21) $U_T = 3 \cdot 10 \cdot 1 / 9,3 = 3,22$ т/ч; $W_{ткм} = 1140 / 9,3 = 122,58$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 9500 / 250 = 38$ км.

Маршрут № 4
 А1Б3-Б3А2-А2Б4-Б4А1 = 1250 т



Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 14$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 0$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 63$ км
$Q_{\text{свт}} = 1000$ т	$l'_x = 14$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$\Sigma l_{\text{ср}} = 43$ км

- 1) $T_M = 9 - (0 + 14) / 27,78 = 8,5$ ч;
- 2) $t_{\text{об}} = 63 / 27,78 + 0,36 \cdot 2 / 1 = 2,99$ ч;
- 3) $t'_{l'_x} = 14 / 27,78 = 0,5$ ч;
- 4) $t_{\text{нупл}} = (0 + 14) / 27,78 = 0,5$ ч;
- 5) $Z_{\text{об}} = (8,5 + 0,5) / 2,99 = 3,01$; $Z'_{\text{об}} = 3$;
- 6) $T'_M = 3 \cdot 2,99 - 0,5 = 8,47$ ч;
- 7) $T'_H = 8,47 + 0,5 = 8,97$ ч;
- 8) $l_{\text{св}} = 63 \cdot 3 + 14 + 0 - 14 = 189$ км;

- 9) $V_3 = 189 / 10,05 = 18,8$ км/ч;
 10) $A_x = 1250 \cdot 3 / (10 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 3) = 41,7$; принимаем 42 авт.;
 11) $A_{cc} = 42 / 0,6 = 52,5$ авт.; принимаем 52 авт.;
 12) $Z''_{об} = 3 \cdot 0,66 = 2$;
 13) $T''_M = 2 \cdot 2,99 - 0,5 = 5,48$ ч;
 14) $T''_H = 5,48 + 0,5 = 5,98$ ч;
 15) $\beta_{об} = 43 / 63 = 0,68$; $\beta_M = 43 \cdot 3 / (63 \cdot 3 - 14) = 0,74$; $\beta_{cm} = 43 \times$
 $\times 3 / 189 = 0,68$;
 16) $\gamma_c = (1 + 1 + 1) / 3 = 1$; $\gamma_d = 1$;
 17) $I = 2,99 / 42 = 0,07$ ч;
 18) $A_{ч} = 42 / 2,99 = 14,05$ ч⁻¹;
 19) $P_{сут} = 1250 \cdot 43 = 53\ 750$ ткм;
 20) $P_{на} = 3 \cdot 43 \cdot 10 \cdot 1 = 1290$ ткм;
 21) $U_T = 3 \cdot 10 \cdot 1 / 10,05 = 2,99$ т/ч; $W_{ткм} = 1290 / 10,05 = 128,36$ ткм/ч;
 22) $l_{1T} = 53\ 750 / 1250 = 43$ км.

По данным табл. 2.6 рассчитываются средние показатели работы автомобиля на всех маршрутах:

- 1) среднее расстояние перевозки:

$$\bar{l}_{пер} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{cm}}{\sum_{i=1}^k Q_{сут}}, \quad (2.32)$$

где k – количество рассматриваемых маршрутов.

$$\bar{l}_{пер} = \frac{53\ 750 + 9500 + 27\ 000 + 10000}{6000} = \frac{100\ 250}{6000} = 16,7 \text{ км};$$

- 2) средний коэффициент использования пробега:

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^k l_{TP} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{TP}}{\sum_{i=1}^k l_{cc} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{cc}}; \quad (2.33)$$

Расчетные данные по маршрутам

Маршрут откуда	Маршрут куда	Кол-во т, перевозимое по маршруту	Пробег автомобилия за оборот, км		Кол-во оборо- тов (ездок) за смену, км		Пробег автомобилия за смену, км		$\beta_{об}, \beta_{см}$	Кол-во а/м, А	$T_{М5}$ ч	$T''_{М5}$ ч	$T''_{Н5}$ ч	
			с гру- зом	без груза	одного авто	послед- него авто	с гру- зом	без груза						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Маршрут 1														
АТП-2	А3	–	–	22	–	–	–	22	–	–	–	–	–	–
	Б5	1000	10	–	8	4	80	–	0,5	13	8,28	9,5	3,96	5,18
	А3	–	–	10	–	–	–	70	0,53	–	–	–	–	–
	Б5	–	–	–	–	–	–	12	0,43	–	–	–	–	–
ИТОГО:		1000	10	44	8	4	80	104	–	13	8,28	9,5	3,96	5,18
Маршрут 2														
АТП-1	А5	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–
	Б5	1000	12	–	–	–	48	–	0,55	–	–	–	–	–
	Б5	–	–	8	–	–	–	32	0,59	25	9,42	9,92	9,42	9,92
	А4	1000	15	–	4	4	60	–	0,55	–	–	–	–	–
	Б1	–	–	14	–	–	–	56	–	–	–	–	–	–
	Б1	–	–	14	–	–	–	14	–	–	–	–	–	–
ИТОГО:		2000	27	36	4	4	108	102	–	25	9,42	9,92	9,42	9,92

Окончание табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Маршрут 3														
АТП-1	А5	–	–	0			–	0						
А5	Б5	250	12	–			36	–	0,58					
Б5	А1	–	–	19			–	57	0,6	9	8,98	9,3	8,98	9,3
А1	Б3	250	26	–	3	1	–	–	0,58					
Б3	А5	–	–	9			78	18						
Б3	АП-1	–	–	9			–	9						
ИТОГО:		500	38	37	3	1	114	84	–	9	8,98	9,3	8,98	9,3
Маршрут 4														
АТП-3	А1	–	–	14			–	14						
А1	Б3	1250	26	–			78	–	0,68					
Б3	А2	–	–	6			–	18	0,74	42	8,47	8,97	5,48	5,98
А2	Б4	1250	17	–	3	2	51	–	0,68					
Б4	А1	–	–	14			–	28						
Б4	АТП-3	–	–	0			–	0						
ИТОГО:		2500	43	34	3	2	129	60	–	42	8,47	8,97	5,48	5,98
ИТОГО по маршрутам:		6000	118	151	–	–	431	350	–	89	–	–	–	–

$$\bar{\beta} = \frac{(80 \cdot 12 + 40) + (108 \cdot 24 + 108) + (114 \cdot 8 + 38) + (129 \cdot 41 + 86)}{(184 \cdot 12 + 104) + (196 \cdot 24 + 196) + (198 \cdot 8 + 66) + (189 \cdot 41 + 126)} =$$

$$= \frac{10\,025}{16\,737} = 0,6;$$

3) среднее время в наряде:

$$\bar{T}_H = \frac{\sum_{i=1}^k T'_H \cdot (A_{xi} - 1) + T''_H}{\sum_{i=1}^k A_{xi}}; \quad (2.34)$$

$$\bar{T}_H = \frac{(9,5 \cdot 12 + 5,18) + (9,92 \cdot 24 + 9,92) + (9,3 \cdot 8 + 9,3) + (10,05 \cdot 41 + 6,7)}{89} =$$

$$= \frac{869,63}{89} = 9,77 \text{ ч};$$

4) средняя эксплуатационная скорость:

$$\bar{V}_3 = \frac{\sum_{i=1}^k l_{cc} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{cc}}{\sum_{i=1}^k T'_H \cdot (A_{xi} - 1) + T''_H}; \quad (2.35)$$

$$\bar{V}_3 = \frac{(184 \cdot 12 + 104) + (196 \cdot 24 + 196) + (198 \cdot 8 + 66) + (189 \cdot 41 + 126)}{(9,5 \cdot 12 + 5,18) + (9,92 \cdot 24 + 9,92) + (9,3 \cdot 8 + 9,3) + (10,05 \cdot 41 + 6,7)} =$$

$$= \frac{16\,737}{869,63} = 19,25 \text{ км/ч};$$

5) среднесуточный пробег:

$$\bar{l}_{cc} = \frac{\sum_{i=1}^k l_{cc} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{cc}}{\sum_{i=1}^k A_{xi}}; \quad (2.36)$$

$$\begin{aligned} \overline{l_{cc}} &= \frac{(184 \cdot 12 + 104) + (196 \cdot 24 + 196) + (198 \cdot 8 + 66) + (189 \cdot 41 + 126)}{89} = \\ &= \frac{16\,737}{89} = 188,06 \text{ км}; \end{aligned}$$

6) средний коэффициент использования грузоподъемности:

$$\overline{\gamma_d} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{cm}}{\sum_{i=1}^k q \cdot l_{гр} \cdot (z' \cdot (A_{xi} - 1) + z'')} ; \quad (2.37)$$

$$\begin{aligned} \overline{\gamma_d} &= \frac{53\,750 + 9\,500 + 27\,000 + 10\,000}{10(10(8 \cdot 12 + 4) + 27(4 \cdot 24 + 4) + 38(3 \cdot 8 + 1) + 43(3 \cdot 41 + 2))} = \\ &= \frac{100\,250}{100\,250} = 1; \end{aligned}$$

7) средняя производительность на 1 автомобиле-час в наряде:

$$\overline{W_{ачн}} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{cm}}{\sum_{i=1}^k T_H' \cdot (A_{xi} - 1) + T_H''} ; \quad (2.38)$$

$$\begin{aligned} \overline{W_{ачн}} &= \frac{53\,750 + 9\,500 + 27\,000 + 10\,000}{(9,5 \cdot 12 + 5,18) + (9,92 \cdot 24 + 9,92) + (9,3 \cdot 8 + 9,3) + (10,05 \cdot 41 + 6,7)} = \\ &= \frac{100\,250}{869,63} = 115,28 \text{ ткм}. \end{aligned}$$

2.4. Расчет нерациональных маятниковых маршрутов

Рассчитаем технико-эксплуатационные показатели нерациональных маятниковых маршрутов:

- М5: А4Б1-Б1А4 (1000 т кирпича);
 М6: А5Б5-Б5А5 (1250 т силикатного кирпича);
 М7: А3Б5-Б5А3 (1000 т кирпича);
 М8: А2Б4-Б4А2 (1250 т кирпича);
 М9: А1Б3-Б3А1 (1500 т кирпича).

Закрепление нерациональных маршрутов за АТП проведено методом, описанным в пункте 2.2 данной курсовой работы. Результаты расчетов представлены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Расчет скорректированных нулевых пробегов

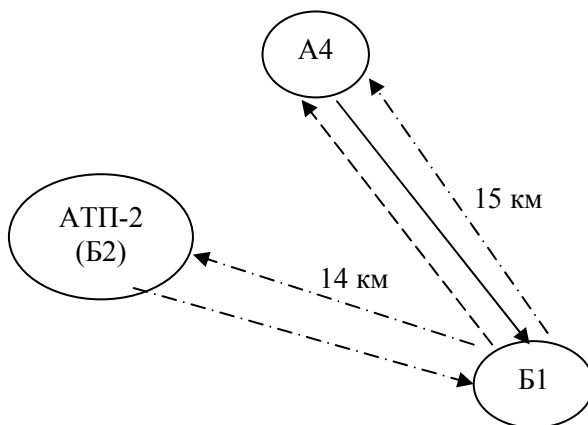
№ маршрута	Пункты маршрута		Автотранспортные предприятия											
	Начальный	Конечный	АТП № 1 (А5)				АТП № 2 (Б2)				АТП № 3 (Б4)			
			l_{1i}	l_{j1}	l_{ij}	Δl_{ij}	l_{2i}	l_{j2}	l_{ij}	Δl_{2ij}	l_{3i}	l_{j3}	l_{ij}	Δl_{3ij}
М5	А4	Б1	20	14	15	19	10	14	15	9	30	15	15	30
М6	А5	Б5	0	12	12	0	30	18	12	36	20	22	12	30
М7	А3	Б5	20	12	10	22	8	18	10	16	15	22	10	17
М8	А2	Б4	15	20	17	18	24	23	17	30	17	0	17	0
М9	А1	Б3	26	9	26	9	19	28	26	21	14	23	26	11

В результате получен следующий вариант оптимального закрепления маршрутов за АТП:

- | | |
|---------------|-------------|
| М5: А4Б1-Б1А4 | АТП №2 (Б2) |
| М6: А5Б5-Б5А5 | АТП №1 (А5) |
| М7: А3Б5-Б5А3 | АТП №2 (Б2) |
| М8: А2Б4-Б4А2 | АТП №3 (Б4) |
| М9: А1Б3-Б3А1 | АТП №1 (А5) |

Ниже приведен расчет ТЭП для нерациональных маятниковых маршрутов.

Маршрут № 5
 А4Б1-Б1А4 = 1000 т



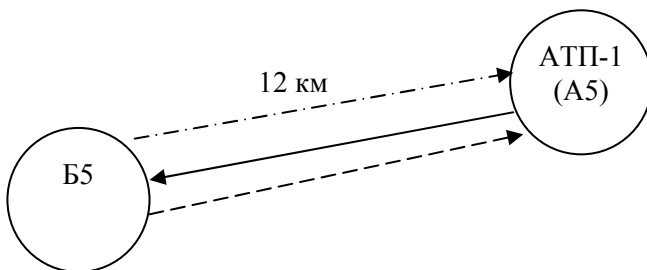
Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 29$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 14$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 30$ км
$Q_{\text{свт}} = 1000$ т	$l'_x = 15$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$l_{\text{er}} = l_x = 15$ км

- 1) $T_M = 9 - (29 + 14) / 27,78 = 7,45$ ч;
- 2) $t_{\text{об}} = 30 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 1,44$ ч;
- 3) $t'_{l_x} = 15 / 27,78 = 0,54$ ч;
- 4) $t_{\text{нвл}} = (29 + 14) / 27,78 = 1,55$ ч;
- 5) $Z_{\text{об}} = (7,45 + 0,54) / 1,44 = 5,55$; $Z'_{\text{об}} = 6$;
- 6) $T'_M = 6 \cdot 1,44 - 0,54 = 8,1$ ч;
- 7) $T'_H = 8,1 + 1,55 = 9,65$ ч;
- 8) $l_{\text{cc}} = 30 \cdot 6 + 29 + 14 - 15 = 208$ км;
- 9) $V_3 = 208 / 9,65 = 21,55$ км/ч;
- 10) $A_x = 1000 / (10 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 1) = 16,7$; принимаем 17 авт.;
- 11) $A_{\text{cc}} = 17 / 0,6$; принимаем 29 авт.;
- 12) $Z''_{\text{об}} = 6 \cdot 0,67 = 4$;
- 13) $T''_M = 4 \cdot 1,44 - 0,54 = 5,22$ ч;
- 14) $T''_H = 5,22 + 1,55 = 6,77$ ч;

- 15) $\beta_{об} = 15 / 30 = 0,5$; $\beta_M = 15 \cdot 6 / (30 \cdot 6 - 15) = 0,55$; $\beta_{см} = 15 \times 6 / 208 = 0,43$;
- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 1,44 / 17 = 0,08$ ч;
- 18) $A_{ч} = 17 / 1,44 = 11,8$ ч⁻¹;
- 19) $P_{сут} = 1000 \cdot 15 = 15\,000$ ткм;
- 20) $P_{на} = 6 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 1 = 900$ ткм;
- 21) $U_T = 6 \cdot 10 \cdot 1 / 9,65 = 6,22$ т/ч; $W_{ткм} = 900 / 9,65 = 93,26$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 15\,000 / 1000 = 15$ км.

Маршрут № 6
А5Б5-Б5А5 = 1250 т



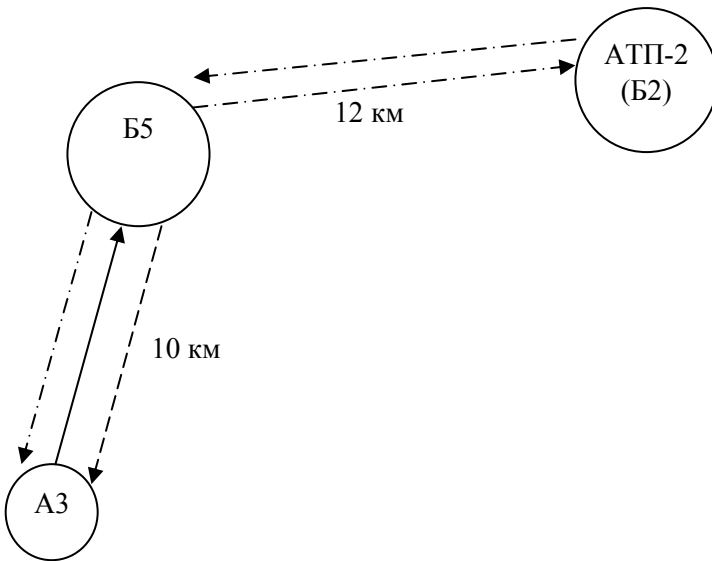
Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 12$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 0$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 24$ км
$Q_{сут} = 1000$ т	$l'_x = 12$ км
$t_{п-р} = 0,36$ ч	$l_{er} = l_x = 12$ км

- 1) $T_M = 9 - (12 + 0) / 27,78 = 8,57$ ч;
- 2) $t_{об} = 24 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 1,22$ ч;
- 3) $t'_{x} = 12 / 27,78 = 0,43$ ч;
- 4) $t_{нуд} = (12 + 0) / 27,78 = 0,43$ ч;
- 5) $Z_{об} = (8,57 + 0,43) / 1,22 = 7,68$; $Z'_{об} = 8$;
- 6) $T'_M = 8 \cdot 1,22 - 0,43 = 9,33$ ч;
- 7) $T'_H = 9,33 + 0,43 = 9,76$ ч;
- 8) $l_{cc} = 24 \cdot 8 + 0 + 12 - 12 = 192$ км;

- 9) $V_9 = 192 / 9,76 = 19,67$ км/ч;
- 10) $A_x = 1250 / (10 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1) = 15,6$; принимаем 16 авт.;
- 11) $A_{cc} = 16 / 0,6$; принимаем 27 авт.;
- 12) $Z''_{об} = 8 \cdot 0,63 = 5$;
- 13) $T''_M = 5 \cdot 1,22 - 0,43 = 5,67$ ч;
- 14) $T''_H = 5,67 + 0,43 = 6,1$ ч;
- 15) $\beta_{об} = 12 / 24 = 0,5$; $\beta_M = 12 \cdot 8 / (24 \cdot 8 - 12) = 0,53$; $\beta_{cm} = 12 \times$
 $\times 8 / 192 = 0,5$;
- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 1,22 / 16 = 0,08$ ч;
- 18) $A_q = 16 / 1,22 = 13,11$ ч⁻¹;
- 19) $P_{сут} = 1250 \cdot 12 = 15\ 000$ ткм;
- 20) $P_{на} = 8 \cdot 12 \cdot 10 \cdot 1 = 960$ ткм;
- 21) $U_T = 8 \cdot 10 \cdot 1 / 9,76 = 8,2$ т/ч; $W_{ткм} = 960 / 9,76 = 98,36$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 15\ 000 / 1250 = 12$ км.

Маршрут № 7
 АЗБ5-Б5А3 = 1000 т

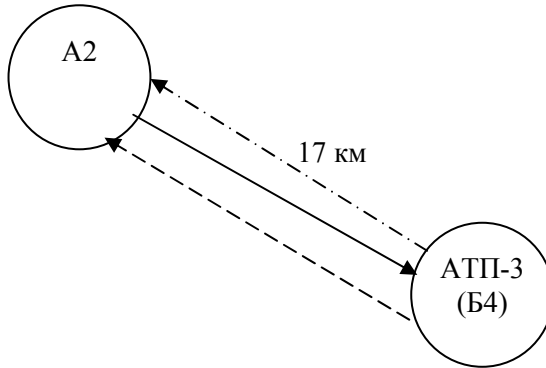


Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 22$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 12$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 20$ км
$Q_{\text{сут}} = 1000$ т	$l'_x = 10$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$l_{\text{ег}} = l_x = 10$ км

- 1) $T_M = 9 - (12 + 22) / 27,78 = 7,78$ ч;
- 2) $t_{\text{об}} = 20 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 1,08$ ч;
- 3) $t'_{x'} = 10 / 27,78 = 0,36$ ч;
- 4) $t_{\text{выл}} = (22 + 12) / 27,78 = 1,22$ ч;
- 5) $Z_{\text{об}} = (7,78 + 0,36) / 1,08 = 7,54$; $Z'_{\text{об}} = 8$;
- 6) $T'_M = 8 \cdot 1,08 - 0,36 = 8,28$ ч;
- 7) $T'_H = 8,28 + 1,22 = 9,5$ ч;
- 8) $l_{\text{сс}} = 20 \cdot 8 + 22 + 12 - 10 = 184$ км;
- 9) $V_3 = 184 / 9,5 = 19,4$ км/ч;
- 10) $A_x = 1000 / (10 \cdot 8 \cdot 1) = 12,5$; принимаем 13 авт.;
- 11) $A_{\text{сс}} = 13 / 0,6 = 21,7$; принимаем 22 авт.;
- 12) $Z''_{\text{об}} = 8 \cdot 0,5 = 4$;
- 13) $T''_M = 4 \cdot 1,08 - 0,36 = 3,96$ ч;
- 14) $T''_H = 3,96 + 1,22 = 5,18$ ч;
- 15) $\beta_{\text{об}} = 10 / 20 = 0,5$; $\beta_M = 10 \cdot 8 / (20 \cdot 8 - 10) = 0,53$; $\beta_{\text{см}} = 10 \times 8 / 184 = 0,43$;
- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1 \cdot 10 / 10 = 1$;
- 17) $I = 1,08 / 13 = 0,08$ ч;
- 18) $A_{\text{ч}} = 13 / 1,08 = 12,03$ ч⁻¹;
- 19) $P_{\text{сут}} = 1000 \cdot 10 = 10\,000$ ткм;
- 20) $P_{\text{на}} = 8 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1 = 800$ ткм;
- 21) $U_T = 8 \cdot 10 \cdot 1 / 9,5 = 8,42$ т/ч; $W_{\text{ткм}} = 800 / 9,5 = 84,21$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 10\,000 / 1000 = 10$ км.

Маршрут № 8
 А2Б4-Б4А2 = 1250 т



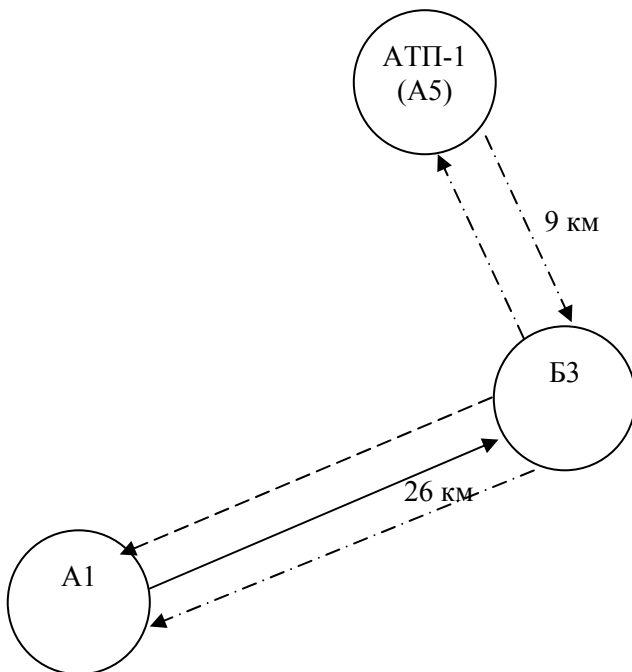
Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 17$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 0$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 34$ км
$Q_{\text{сут}} = 1000$ т	$l'_x = 17$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$l_{\text{er}} = l_x = 17$ км

- 1) $T_M = 9 - (17 + 0) / 27,78 = 8,39$ ч;
- 2) $t_{\text{об}} = 34 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 1,58$ ч;
- 3) $t'_{x'} = 17 / 27,78 = 0,61$ ч;
- 4) $t_{\text{нул}} = (17 + 0) / 27,78 = 0,61$ ч;
- 5) $Z'_{\text{об}} = (8,39 + 0,61) / 1,58 = 5,7$; $Z'_{\text{об}} = 6$;
- 6) $T'_M = 6 \cdot 1,58 - 0,61 = 8,87$ ч;
- 7) $T'_H = 8,87 + 0,61 = 9,48$ ч;
- 8) $l_{\text{cc}} = 34 \cdot 6 + 0 + 17 - 17 = 204$ км;
- 9) $V_3 = 204 / 9,48 = 21,51$ км/ч;
- 10) $A_x = 1250 / (10 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 1) = 20,8$; принимаем 21 авт.;
- 11) $A_{\text{cc}} = 21 / 0,6 = 35$ авт.;
- 12) $Z''_{\text{об}} = 6 \cdot 0,83 = 5$;
- 13) $T''_M = 5 \cdot 1,58 - 0,61 = 7,29$ ч;
- 14) $T''_H = 7,29 + 0,61 = 7,9$ ч;
- 15) $\beta_{\text{об}} = 17 / 34 = 0,5$; $\beta_M = 17 \cdot 6 / (34 \cdot 6 - 17) = 0,55$; $\beta_{\text{см}} = 17 \times$
 $\times 6 / 204 = 0,5$;

- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
 17) $I = 1,58 / 21 = 0,08$ ч;
 18) $A_q = 21 / 1,58 = 13,3$ ч⁻¹;
 19) $P_{\text{сут}} = 1250 \cdot 17 = 21\ 250$ ткм;
 20) $P_{\text{на}} = 6 \cdot 17 \cdot 10 \cdot 1 = 1020$ ткм;
 21) $U_T = 6 \cdot 10 \cdot 1 / 9,48 = 6,33$ т/ч; $W_{\text{ткм}} = 1020 / 9,48 = 107,6$ ткм/ч;
 22) $l_{1T} = 21\ 250 / 1250 = 17$ км.

Маршрут № 9
 А1Б3-Б3А1 = 1500 т



Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 35$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 9$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 52$ км
$Q_{\text{сут}} = 1000$ т	$l'_x = 26$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$l_{\text{ег}} = l_x = 26$ км

- 1) $T'_M = 9 - (35 + 9) / 27,78 = 7,42$ ч;
 - 2) $t_{об} = 52 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 2,23$ ч;
 - 3) $t'_{x'} = 26 / 27,78 = 0,94$ ч;
 - 4) $t_{нуд} = (35 + 9) / 27,78 = 1,58$ ч;
 - 5) $Z'_{об} = (7,42 + 0,94) / 2,23 = 3,75$; $Z'_{об} = 4$;
 - 6) $T'_M = 4 \cdot 2,23 - 0,94 = 7,98$ ч;
 - 7) $T'_H = 7,98 + 1,58 = 9,56$ ч;
 - 8) $l_{cc} = 52 \cdot 4 + 35 + 9 - 26 = 226$ км;
 - 9) $V_9 = 226 / 9,56 = 23,64$ км/ч;
 - 10) $A_x = 1500 / (10 \cdot 4 \cdot 1) = 37,5$; принимаем 38 авт.;
 - 11) $A_{cc} = 38 / 0,6 = 63,3$; принимаем 63 авт.;
 - 12) $Z''_{об} = 4 \cdot 0,5 = 2$;
 - 13) $T''_M = 2 \cdot 2,23 - 0,94 = 3,52$ ч;
 - 14) $T''_H = 3,52 + 1,58 = 5,1$ ч;
 - 15) $\beta_{об} = 26 / 52 = 0,5$; $\beta_M = 26 \cdot 4 / (52 \cdot 4 - 26) = 0,57$; $\beta_{cm} = 26 \times$
 $\times 4 / 226 = 0,46$;
 - 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1 \cdot 10 / 10 = 1$;
 - 17) $I = 2,23 / 38 = 0,06$ ч;
 - 18) $A_{ч} = 38 / 2,23 = 17,04$ ч⁻¹;
 - 19) $P_{сут} = 1500 \cdot 26 = 39\ 000$ ткм;
 - 20) $P_{на} = 4 \cdot 26 \cdot 10 \cdot 1 = 1040$ ткм;
 - 21) $U_T = 4 \cdot 10 \cdot 1 / 9,56 = 4,18$ т/ч; $W_{ткм} = 1040 / 9,56 = 108,79$ ткм/ч;
 - 22) $l_{1T} = 39\ 000 / 1500 = 26$ км.
- Результаты расчета сведем в табл. 2.8.

Расчетные данные по нерациональным маршрутам

Маршрут	Кол-во т, перевозимое по маршруту	Пробег автомобиля за оборот, км		Кол-во оборотов за смену, км (ездок)		Пробег автомобиля за смену, км		$\beta_{обс}, \beta_{см}$	Кол-во а/м, А	$T_{ч}^{мс}$	$T_{ч}^{нс}$	$T_{ч}''^{мс}$	$T_{ч}''^{нс}$
		с грузом	без груза	одного авто	последнего авто	с грузом	без груза						
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Маршрут 5													
АТП-2	–	–	29	–	–	–	29	0,5	–	–	–	–	–
А4	1000	15	–	6	4	90	–	0,55	17	8,1	9,65	5,22	6,7
Б1	–	–	15	–	–	–	75	0,43	–	–	–	–	–
Б1	–	–	–	14	–	–	14	–	–	–	–	–	–
ИТОГО:	1000	15	58	6	4	90	118	–	17	8,1	9,65	5,22	6,77
Маршрут 6													
АТП-1	–	–	0	–	–	–	0	0,5	–	–	–	–	–
А5	1250	12	–	8	5	96	–	0,53	16	9,33	9,76	5,67	6,1
Б5	–	–	12	–	–	–	96	0,5	–	–	–	–	–
Б5	–	–	–	12	–	–	84	–	–	–	–	–	–
ИТОГО:	1250	12	24	8	5	96	180	–	16	9,33	9,76	5,67	6,1
Маршрут 7													
АТП-2	–	–	22	–	–	–	22	0,5	–	–	–	–	–
А3	1000	10	–	8	4	80	–	0,53	13	8,28	9,5	3,96	5,18
Б5	–	–	10	–	–	–	70	0,43	–	–	–	–	–
Б5	–	–	–	12	–	–	12	–	–	–	–	–	–
ИТОГО:	1000	10	44	8	4	80	104	–	13	8,28	9,5	3,96	5,18

Окончание табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Маршрут 8														
АТП-3	А2	–	–	17	–	–	–	85	0,5	–	–	–	–	–
	А2	1250	17	–	6	5	102	–	0,55	21	8,87	9,48	7,29	7,9
	Б4	–	–	17	–	–	–	102	0,5	–	–	–	–	–
	Б4	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–
	АТП-3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ИТОГО:	1250	17	34	6	5	102	187	–	21	8,87	9,48	7,29	7,9
Маршрут 9														
АТП-1	А1	–	–	35	–	–	–	35	0,5	–	–	–	–	–
	А1	1500	26	–	4	2	104	–	0,57	38	7,98	9,56	3,52	5,1
	Б3	–	–	26	–	–	–	78	0,46	–	–	–	–	–
	Б3	–	–	9	–	–	–	9	–	–	–	–	–	–
	АТП-1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ИТОГО:	1500	26	70	4	2	104	122	–	38	7,98	9,56	3,52	5,1
	ИТОГО по маршрутам:	6000	82	230	–	–	472	711	–	105	–	–	–	–

По данным табл. 2.8 рассчитываются средние показатели работы автомобиля на всех маршрутах:

1) среднее расстояние перевозки:

$$\overline{l}_{\text{пер}} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{\text{см}}}{\sum_{i=1}^k Q_{\text{сут}}}, \quad (2.39)$$

где k – количество рассматриваемых маршрутов.

$$\overline{l}_{\text{пер}} = \frac{39\,000 + 21\,250 + 10\,000 + 15\,000 + 15\,000}{1000 + 1250 + 1000 + 1250 + 1500} = \frac{100\,250}{6000} = 16,7 \text{ км};$$

2) средний коэффициент использования пробега:

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^k l_{\text{гр}} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{\text{гр}}}{\sum_{i=1}^k l_{\text{св}} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{\text{св}}}; \quad (2.40)$$

$$\begin{aligned} \bar{\beta} &= \frac{(90 \cdot 16 + 60) + (96 \cdot 15 + 60) + (80 \cdot 12 + 40) + (102 \cdot 20 + 85) + (122 \cdot 37 + 52)}{(208 \cdot 16 + 148) + (192 \cdot 15 + 120) + (184 \cdot 12 + 104) + (204 \cdot 20 + 170) + (226 \cdot 37 + 122)} = \\ &= \frac{10\,691}{21\,522} = 0,5; \end{aligned}$$

3) среднее время в наряде:

$$\overline{T}_{\text{н}} = \frac{\sum_{i=1}^k T'_{\text{н}} \cdot (A_{xi} - 1) + T''_{\text{н}}}{\sum_{i=1}^k A_{xi}}; \quad (2.41)$$

$$\begin{aligned} \overline{T}_{\text{н}} &= \frac{(9,65 \cdot 16 + 6,77) + (9,76 \cdot 15 + 6,1) + (9,5 \cdot 12 + 5,18) + (9,48 \cdot 20 + 7,9) + (9,56 \cdot 37 + 5,1)}{105} = \\ &= \frac{989,17}{105} = 9,42 \text{ ч.} \end{aligned}$$

4) средняя эксплуатационная скорость:

$$\bar{V}_3 = \frac{\sum_{i=1}^k l_{cc} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{cc}}{\sum_{i=1}^k T'_H \cdot (A_{xi} - 1) + T''_H}; \quad (2.42)$$

$$\begin{aligned} \bar{V}_3 &= \frac{(208 \cdot 16 + 148) + (192 \cdot 15 + 120) + (184 \cdot 12 + 104) + (204 \cdot 20 + 170) + (226 \cdot 37 + 122)}{(9,65 \cdot 16 + 6,77) + (9,76 \cdot 15 + 6,1) + (9,5 \cdot 12 + 5,18) + (9,48 \cdot 20 + 7,9) + (9,56 \cdot 37 + 5,1)} = \\ &= \frac{21\,522}{989,17} = 21,76 \text{ км/ч}; \end{aligned}$$

5) среднесуточный пробег:

$$\bar{l}_{cc} = \frac{\sum_{i=1}^k l_{cc} \cdot (A_{xi} - 1) + l''_{cc}}{\sum_{i=1}^k A_{xi}}; \quad (2.43)$$

$$\begin{aligned} \bar{l}_{cc} &= \frac{(208 \cdot 16 + 148) + (192 \cdot 15 + 120) + (184 \cdot 12 + 104) + (204 \cdot 20 + 170) + (226 \cdot 37 + 122)}{105} = \\ &= \frac{21\,522}{105} = 204,97 \text{ км}; \end{aligned}$$

6) коэффициент использования грузоподъемности:

$$\bar{\gamma}_д = \frac{\sum_{i=1}^k P_{cm}}{\sum_{i=1}^k q \cdot l_{гр} \cdot (z' \cdot (A_{xi} - 1) + z'')} ; \quad (2.44)$$

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_д &= \frac{39\,000 + 21\,250 + 10\,000 + 15\,000 + 15\,000}{10(15(16 \cdot 6 + 4)) + 12(15 \cdot 8 + 5) + 10(12 \cdot 8 + 4) + 17(20 \cdot 6 + 5) + 26(37 \cdot 4 + 2)} = \\ &= \frac{100\,250}{100\,250} = 1; \end{aligned}$$

7) средняя производительность на 1 автомобиле-час в наряде:

$$\overline{W}_{\text{ачн}} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{\text{см}}}{\sum_{i=1}^k T'_H \cdot (A_{Xi} - 1) + T''_H}; \quad (2.45)$$

$$\begin{aligned} \overline{W}_{\text{ачн}} &= \frac{39\,000 + 21\,250 + 10\,000 + 15\,000 + 15\,000}{(9,65 \cdot 16 + 6,77) + (9,76 \cdot 15 + 6,1) + (9,5 \cdot 12 + 5,18) + (9,48 \cdot 20 + 7,9) + (9,56 \cdot 37 + 5,1)} = \\ &= \frac{100\,250}{989,17} = 101,35 \text{ ткм}; \end{aligned}$$

8) среднегодовой объем перевезенного груза:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{дн}} \cdot D_p, \quad (2.46)$$

где $Q_{\text{дн}}$ – объем перевезенного груза на всех маршрутах за день;
 D_p – количество рабочих дней в году (принимается 250 дней).

$$Q_{\text{год}} = 6\,000 \cdot 250 = 1\,500\,000 \text{ т.}$$

3. ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР И СХЕМ ГРУЗОПОТОКОВ. РАЗРАБОТКА МАРШРУТОВ С ПОМОЩЬЮ ЭПЮР И СХЕМ

Для выбора наиболее оптимальных маршрутов перевозки грузов необходимо досконально изучить и проанализировать все имеющиеся грузопотоки. Грузовой поток – количество груза в тоннах, следующее в определенном направлении за определенный период времени. Грузопотоки характеризуются размерами, составом, направлением и временем освоения. Графически грузопотоки могут быть представлены в виде схем или эпюр грузопотоков. В случае если транспортная сеть сильно разветвлена, грузопотоки могут быть представлены в виде картограмм. Построение картограмм грузопотоков осуществляется на основании дорожной сети для грузов, не вошедших в матрицу. Эпюры и картограммы дают возможность наглядно представить схемы перевозок грузов, что играет важную роль при

разработке маршрутов движения подвижного состава. Количество груза, перевозимого из одного пункта в другой, характеризуется данными, представленными в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Грузопотоки

Грузопотоки		Вид груза	Объем перевозок, т	Класс груза и способ перевозки	Коэффициент статич. испол. грузопод-ти, γ_c	Объем перевозок, приведен к I классу грузов, т
Из пункта	В пункт					
Б2	А3	овощи	500	I, ящики	1	500
А3	Б1	картофель	300	I, ящики	1	300
Б1	А5	метизы	1200	I, ящики	1	1200
А5	Б1	соль	400	I, мешки	1	400
Б1	А3	фрукты	600	I, ящики	1	600
Б4	Б1	консервы	700	I, ящики	1	700

По составленным эяграм грузоперевозок определяем следующие маршруты:

1) по маршруту № 10 Б2А3-А3Б2 в прямом направлении перевозится 500 тонн овощей, обратный пробег холостой;

2) по маршруту № 11 Б1А3-А3Б1 в обоих направлениях перевозится 300 тонн следующих видов груза: Б1А3 – фрукты, А3Б1 – картофель;

3) по маршруту № 12 Б1А3-А3Б1 в прямом направлении перевозится 300 тонн фруктов, обратный пробег – холостой;

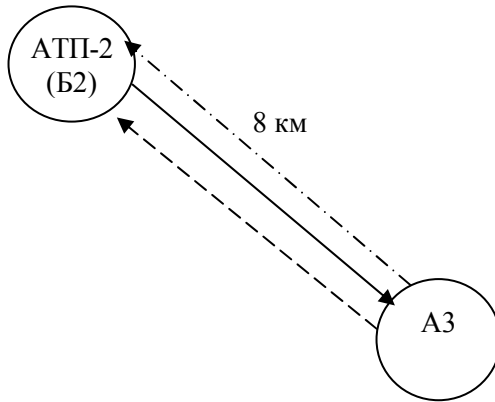
4) по маршруту № 13 Б1А5-А5Б1 в обоих направлениях перевозится 400 тонн следующих видов груза: Б1А5 – метизы, А5Б1 – соль;

5) по маршруту № 14 Б1А5-А5Б1 в прямом направлении перевозится 800 тонн метизов, обратный пробег – холостой;

6) по маршруту № 15 Б4Б1-Б1Б4 в прямом направлении перевозится 700 тонн консервов, обратный пробег – холостой.

Перевозки по маршрутам № 10–15 осуществляются бортовым грузовым автомобилем МАЗ-5336 грузоподъемностью 10 тонн. Для выполнения погрузо-разгрузочных работ используется автопогрузчик Амкордор-536 грузоподъемностью 4 тонны. Норма времени про-

Маршрут № 10
Б2А3-А3Б2 = 500 т



Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 8$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 0$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 16$ км
$Q_{свт} = 1000$ т	$l'_x = 8$ км
$t_{п-р} = 0,36$ ч	$l_{ег} = l_x = 8$ км

- 1) $T_M = 9 - (8 + 0) / 27,78 = 8,71$ ч;
- 2) $t_{об} = 16 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 0,94$ ч;
- 3) $t'_x = 8 / 27,78 = 0,29$ ч;
- 4) $t_{нул} = (8 + 0) / 27,78 = 0,29$ ч;
- 5) $Z_{об} = (8,71 + 0,29) / 0,94 = 9,57$; $Z'_{об} = 9$;
- 6) $T'_M = 9 \cdot 0,94 - 0,29 = 8,17$ ч;
- 7) $T'_H = 8,17 + 0,29 = 8,46$ ч;
- 8) $l_{св} = 16 \cdot 9 + 8 + 0 - 8 = 144$ км;
- 9) $V_3 = 144 / 8,46 = 17,02$ км/ч;
- 10) $A_x = 500 / (10 \cdot 9 \cdot 1 \cdot 1) = 5,6$; принимаем 6 авт.;
- 11) $A_{св} = 6 / 0,6 = 10$ авт.;
- 12) $Z''_{об} = 9 \cdot 0,56 = 5$;
- 13) $T''_M = 5 \cdot 0,94 - 0,29 = 4,41$ ч;
- 14) $T''_H = 4,41 + 0,29 = 4,7$ ч;

15) $\beta_{об} = 8 / 16 = 0,5$; $\beta_M = 8 \cdot 9 / (16 \cdot 9 - 8) = 0,53$; $\beta_{см} = 8 \times 9 / 144 = 0,5$;

16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;

17) $I = 0,94 / 6 = 0,16$ ч;

18) $A_{ч} = 6 / 0,94 = 6,38$ ч⁻¹;

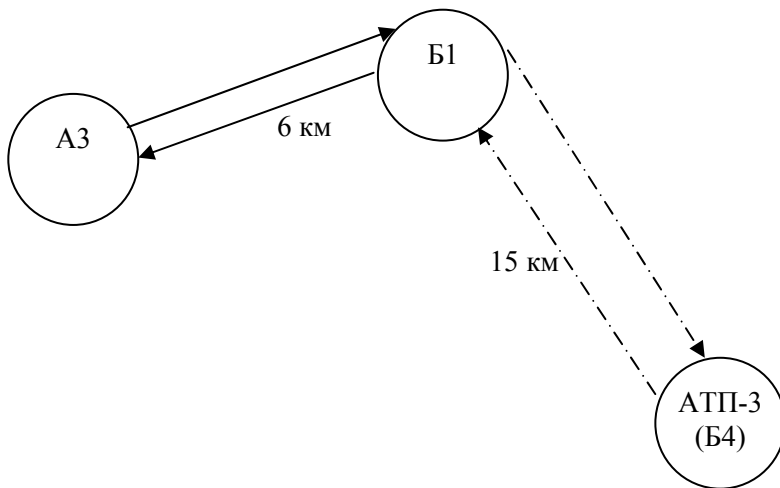
19) $P_{сут} = 500 \cdot 8 = 4000$ ткм;

20) $P_{на} = 9 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 1 = 720$ ткм;

21) $U_T = 9 \cdot 10 \cdot 1 / 8,46 = 10,64$ т/ч; $W_{ткм} = 720 / 8,46 = 85,11$ ткм/ч;

22) $l_{1T} = 4000 / 500 = 8$ км.

Маршрут № 11
Б1А3-А3Б1 = 300 т
(в обоих направлениях)



Исходные данные:

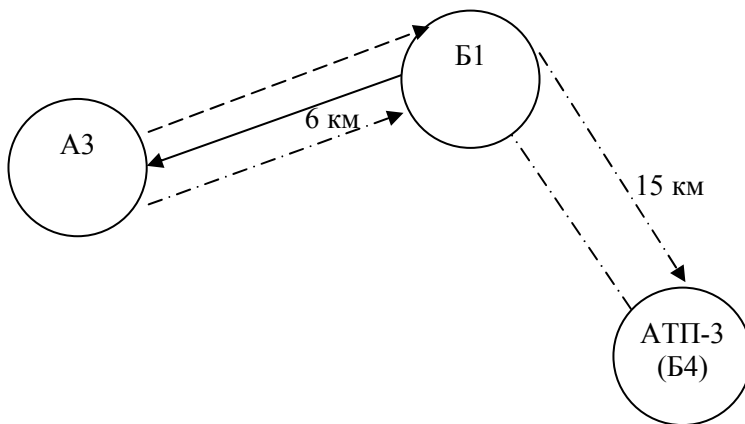
$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 15$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 15$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 12$ км
$Q_{сут} = 2 \cdot 300 = 600$ т	$l'_x = 0$ км
$t_{п-р} = 0,36$ ч	$l_{сг} = 2 \cdot 6 = 12$ км

1) $T_M = 9 - (15 + 15) / 27,78 = 7,92$ ч;

2) $t_{об} = 12 / 27,78 + 0,36 \cdot 2 / 1 = 1,15$ ч;

- 3) $t_{L'_x} = 0 / 27,78 = 0$ ч;
- 4) $t_{\text{нупл}} = (15 + 15) / 27,78 = 1,08$ ч;
- 5) $Z_{\text{об}} = (7,92 + 0) / 1,15 = 6,89$; $Z'_{\text{об}} = 7$;
- 6) $T'_M = 7 \cdot 1,15 - 0 = 8,05$ ч;
- 7) $T'_H = 8,05 + 1,08 = 9,13$ ч;
- 8) $l_{\text{св}} = 12 \cdot 7 + 15 + 15 - 0 = 114$ км;
- 9) $V_3 = 114 / 9,13 = 12,49$ км/ч;
- 10) $A_x = 600 / (10 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 1) = 4,3$; принимаем 5 авт.;
- 11) $A_{\text{св}} = 5 / 0,6 = 8,3$; принимаем 8 авт.;
- 12) $Z''_{\text{об}} = 7 \cdot 0,29 = 2$;
- 13) $T''_M = 2 \cdot 1,15 - 0 = 2,3$ ч;
- 14) $T''_H = 2,3 + 1,08 = 3,38$ ч;
- 15) $\beta_{\text{об}} = 12 / 12 = 1$; $\beta_M = 12 \cdot 7 / (12 \cdot 7 - 0) = 1$; $\beta_{\text{св}} = 12 \times$
 $\times 7 / 114 = 0,74$;
- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 1,15 / 5 = 0,23$ ч;
- 18) $A_{\text{ч}} = 5 / 1,15 = 4,35$ ч⁻¹;
- 19) $P_{\text{сут}} = 300 \cdot 12 = 3600$ ткм;
- 20) $P_{\text{на}} = 7 \cdot 12 \cdot 10 \cdot 1 = 840$ ткм;
- 21) $U_T = 7 \cdot 10 \cdot 1 / 9,13 = 7,67$ т/ч; $W_{\text{ткм}} = 840 / 9,13 = 92$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 3600 / 600 = 6$ км.

Маршрут № 12
 Б1А3-А3Б1 = 300 т

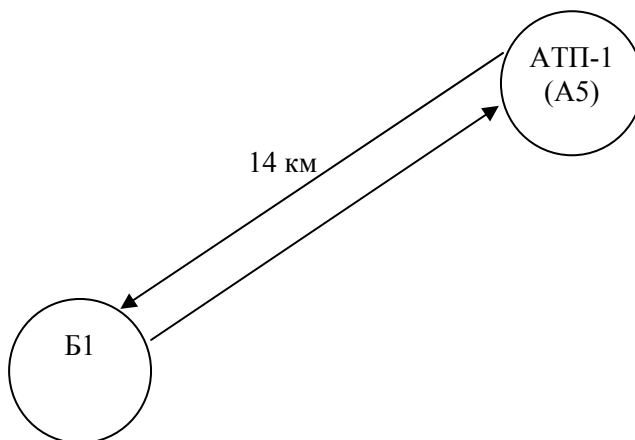


Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 15$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 21$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 12$ км
$Q_{\text{свт}} = 300$ т	$l'_x = 6$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$l_{\text{ег}} = 6$ км

- 1) $T_M = 9 - (15 + 21) / 27,78 = 7,7$ ч;
- 2) $t_{\text{об}} = 12 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 0,79$ ч;
- 3) $t'_{x'} = 6 / 27,78 = 0,22$ ч;
- 4) $t_{\text{нвл}} = (15 + 21) / 27,78 = 1,3$ ч;
- 5) $Z_{\text{об}} = (7,7 + 0,22) / 0,79 = 10,03$; $Z'_{\text{об}} = 10$;
- 6) $T'_M = 10 \cdot 0,79 - 0,22 = 7,68$ ч;
- 7) $T'_H = 7,68 + 1,3 = 8,98$ ч;
- 8) $l_{\text{св}} = 12 \cdot 10 + 15 + 21 - 6 = 150$ км;
- 9) $V_3 = 150 / 8,98 = 16,7$ км/ч;
- 10) $A_x = 300 / (10 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1) = 3$ авт.;
- 11) $A_{\text{св}} = 3 / 0,6 = 5$ авт.;
- 12) $Z''_{\text{об}} = 10 \cdot 1 = 10$;
- 13) $T''_M = 10 \cdot 0,79 - 0,22 = 7,68$ ч;
- 14) $T''_H = 7,68 + 1,3 = 8,98$ ч;
- 15) $\beta_{\text{об}} = 6 / 12 = 0,5$; $\beta_M = 6 \cdot 10 / (12 \cdot 10 - 6) = 0,53$; $\beta_{\text{св}} = 6 \times$
 $\times 10 / 150 = 0,4$;
- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 0,79 / 3 = 0,26$ ч;
- 18) $A_q = 3 / 0,79 = 3,8$ ч⁻¹;
- 19) $P_{\text{свт}} = 300 \cdot 6 = 1800$ ткм;
- 20) $P_{\text{на}} = 10 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 1 = 600$ ткм;
- 21) $U_T = 10 \cdot 10 \cdot 1 / 8,98 = 11,14$ т/ч; $W_{\text{ткм}} = 600 / 8,98 = 66,82$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 1800 / 300 = 6$ км.

Маршрут № 13
 Б1А5-А5Б1 = 400 т
 (с грузеным пробегом в обоих направлениях)



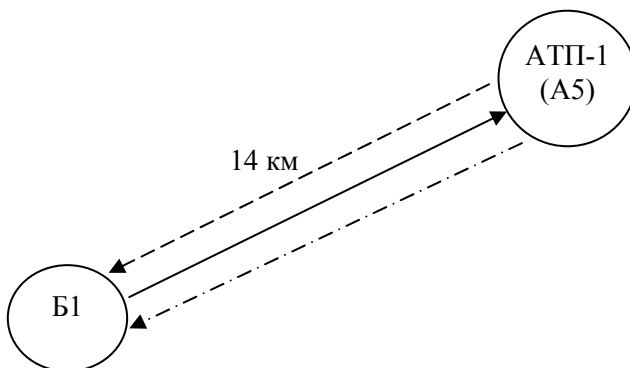
Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 0$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 0$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 28$ км
$Q_{\text{сут}} = 400 \cdot 2 = 800$ т	$l'_x = 0$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$l_{\text{ср}} = 28$ км

- 1) $T_M = 9 - (0 + 0) / 27,78 = 9$ ч;
- 2) $t_{\text{об}} = 28 / 27,78 + 0,36 \cdot 2 / 1 = 1,72$ ч;
- 3) $t'_{\text{x}} = 0 / 27,78 = 0$ ч;
- 4) $t_{\text{нул}} = (0 + 0) / 27,78 = 0$ ч;
- 5) $Z_{\text{об}} = (9 + 0) / 1,72 = 5,23$; $Z'_{\text{об}} = 5$;
- 6) $T'_M = 5 \cdot 1,72 - 0 = 8,6$ ч;
- 7) $T'_H = 8,6 + 0 = 8,6$ ч;
- 8) $l_{\text{ср}} = 28 \cdot 5 + 0 + 0 - 0 = 140$ км;
- 9) $V_3 = 140 / 8,6 = 16,28$ км/ч;
- 10) $A_x = 400 \cdot 2 / (10 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 1) = 8$ авт.;
- 11) $A_{\text{ср}} = 8 / 0,6 = 13,3$; принимаем 13 авт.;
- 12) $Z''_{\text{об}} = 7 \cdot 0,23 = 2$;

- 13) $T''_M = 2 \cdot 1,72 - 0 = 3,44$ ч;
 14) $T''_H = 3,44 + 0 = 3,44$ ч;
 15) $\beta_{об} = 28 / 28 = 1$; $\beta_M = 28 \cdot 5 / (28 \cdot 5 - 0) = 1$; $\beta_{см} = 5 \cdot 28 / 140 = 1$;
 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
 17) $I = 1,72 / 8 = 0,22$ ч;
 18) $A_{ч} = 8 / 1,72 = 4,65$ ч⁻¹;
 19) $P_{свт} = 400 \cdot 28 = 11\,200$ ТКМ;
 20) $P_{на} = 10 \cdot 5 \cdot 28 \cdot 1 = 1400$ ТКМ;
 21) $U_T = 10 \cdot 5 \cdot 1 / 8,6 = 5,82$ т/ч; $W_{ТКМ} = 1400 / 8,6 = 162,8$ ТКМ/ч;
 22) $l_{1T} = 11\,200 / 400 = 28$ км.

Маршрут № 14
 Б1А5-А5Б1 = 800 т



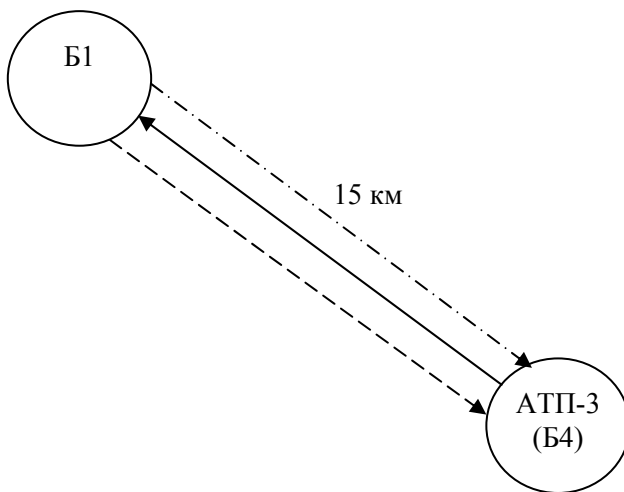
Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 14$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 0$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 28$ км
$Q_{свт} = 800$ т	$l'_x = 14$ км
$t_{п-р} = 0,36$ ч	$l_{ег} = l_x = 14$ км

- 1) $T_M = 9 - (14 + 0) / 27,78 = 8,5$ ч;
 2) $t_{об} = 28 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 1,36$ ч;
 3) $t'_{x} = 14 / 27,78 = 0,5$ ч;
 4) $t_{нуд} = (14 + 0) / 27,78 = 0,5$ ч;

- 5) $Z_{об} = (8,5 + 0,5) / 1,36 = 6,62$; $Z'_{об} = 7$;
- 6) $T'_M = 7 \cdot 1,36 - 0,5 = 9,02$ ч;
- 7) $T'_H = 9,02 + 0,5 = 9,52$ ч;
- 8) $l_{cc} = 28 \cdot 7 + 14 + 0 - 14 = 196$ км;
- 9) $V_3 = 196 / 9,52 = 20,6$ км/ч;
- 10) $A_x = 800 / (10 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1) = 11,4$; принимаем 12 авт.;
- 11) $A_{cc} = 12 / 0,6 = 20$ авт.;
- 12) $Z''_{об} = 7 \cdot 0,43 = 3$;
- 13) $T''_M = 3 \cdot 1,36 - 0,5 = 3,58$ ч;
- 14) $T''_H = 3,58 + 0,5 = 4,08$ ч;
- 15) $\beta_{об} = 14 / 28 = 0,5$; $\beta_M = 14 \cdot 7 / (28 \cdot 7 - 14) = 0,54$; $\beta_{cm} = 14 \times 7 / 196 = 0,5$;
- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 1,36 / 12 = 0,11$ ч;
- 18) $A_{ч} = 12 / 1,36 = 8,82$ ч⁻¹;
- 19) $P_{сут} = 800 \cdot 14 = 11\,200$ ткм;
- 20) $P_{на} = 7 \cdot 14 \cdot 10 \cdot 1 = 980$ ткм;
- 21) $U_T = 7 \cdot 10 \cdot 1 / 9,52 = 7,35$ т/ч; $W_{ткм} = 980 / 9,52 = 102,94$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 11\,200 / 800 = 14$ км.

Маршрут № 15
Б4Б1-Б1Б4 = 700 т



Исходные данные:

$T_H = 9$ ч	$l_{01} = 15$ км
$V_T = 27,78$ км/ч	$l_{02} = 0$ км
$q_H = 10$ т	$l_M = 30$ км
$Q_{\text{сут}} = 800$ т	$l'_x = 15$ км
$t_{\text{п-р}} = 0,36$ ч	$l_{\text{ег}} = l_x = 15$ км

- 1) $T_M = 9 - (15 + 0) / 27,78 = 8,46$ ч;
- 2) $t_{\text{об}} = 30 / 27,78 + 0,36 \cdot 1 / 1 = 1,44$ ч;
- 3) $t'_{l_x} = 15 / 27,78 = 0,54$ ч;
- 4) $t_{\text{нвл}} = (15 + 0) / 27,78 = 0,54$ ч;
- 5) $Z_{\text{об}} = (8,46 + 0,54) / 1,44 = 6,25$; $Z'_{\text{об}} = 6$;
- 6) $T'_M = 6 \cdot 1,44 - 0,54 = 8,1$ ч;
- 7) $T'_H = 8,1 + 0,54 = 8,64$ ч;
- 8) $l_{\text{сс}} = 30 \cdot 6 + 15 + 0 - 15 = 180$ км;
- 9) $V_3 = 180 / 8,64 = 20,83$ км/ч;
- 10) $A_x = 700 / (10 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 1) = 11,7$; принимаем 12 авт.;
- 11) $A_{\text{сс}} = 12 / 0,6 = 20$ авт.;
- 12) $Z''_{\text{об}} = 6 \cdot 0,67 = 4$;
- 13) $T''_M = 4 \cdot 1,44 - 0,54 = 5,22$ ч;
- 14) $T''_H = 5,22 + 0,54 = 5,76$ ч;
- 15) $\beta_{\text{об}} = 15 / 30 = 0,5$; $\beta_M = 15 \cdot 6 / (30 \cdot 6 - 15) = 0,55$; $\beta_{\text{см}} = 15 \times$
 $\times 6 / 180 = 0,5$;
- 16) $\gamma_c = 1 / 1 = 1$; $\gamma_d = 1$;
- 17) $I = 1,44 / 12 = 0,12$ ч;
- 18) $A_q = 12 / 1,44 = 8,33$ ч⁻¹;
- 19) $P_{\text{сут}} = 700 \cdot 15 = 10\,500$ ткм;
- 20) $P_{\text{на}} = 6 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 1 = 900$ ткм;
- 21) $U_T = 6 \cdot 10 \cdot 1 / 8,64 = 6,94$ т/ч; $W_{\text{ткм}} = 900 / 8,64 = 104,17$ ткм/ч;
- 22) $l_{1T} = 10\,500 / 700 = 15$ км.

Результаты вычислений сведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Оптимальные маршруты перевозки грузов

Маршрут	Кол-во т, перевозимое по маршруту	Пробег автомобиля за оборот, км		Кол-во оборотов за смену, км	Пробег автомобиля за смену, км		$\beta_{обс}, \beta_{см}$	Кол-во а/м, А	$T_{мс}$ ч	$T_{нс}$ ч	$T''_{мс}$ ч	$T''_{нс}$ ч	
		с грузом	без груза		с грузом	без груза							
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Маршрут 10													
АП-2	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–
Б2	500	8	–	9	5	72	–	0,5	–	8,17	8,46	4,41	4,7
А3	–	–	8	–	–	–	72	0,53	6	–	–	–	–
А3	–	–	–	8	–	–	64	0,5	–	–	–	–	–
ИТОГО:	500	8	16	9	5	72	136	–	6	8,17	8,46	4,41	4,7
Маршрут 11													
АП-3	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–
Б1	300	6	–	7	2	42	–	1	5	8,05	9,13	2,3	3,38
А3	300	6	–	–	–	42	–	1	–	–	–	–	–
Б1	–	–	–	–	–	–	15	0,74	–	–	–	–	–
АП-3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ИТОГО:	600	12	–	7	2	84	30	–	5	8,05	9,13	2,3	3,38
Маршрут 12													
АП-3	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–
Б1	300	6	–	10	10	60	–	0,5	3	7,68	8,98	7,68	8,98
А3	–	–	6	–	–	–	54	0,53	–	–	–	–	–
Б1	–	–	–	–	–	–	21	0,4	–	–	–	–	–
АП-3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ИТОГО:	300	6	6	10	10	60	90	–	3	7,68	8,98	7,68	8,98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Маршрут 13														
АП-1	Б1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	А5	400	14	–	–	2	70	–	1	8	8,6	–	–	–
	Б1	400	14	–	5	–	70	–	1	–	–	8,6	3,44	3,44
	АП-1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
	ИТОГО:	800	28	–	5	2	140	–	–	8	8,87	9,48	7,29	7,9
Маршрут 14														
АП-1	Б1	–	–	14	–	–	–	84	–	–	–	–	–	–
	А5	800	14	–	7	3	98	–	0,5	12	9,02	9,52	3,58	4,08
	Б1	–	–	14	–	–	–	98	0,54	–	–	–	–	–
	А5	–	–	0	–	–	–	0	0,5	–	–	–	–	–
	ИТОГО:	800	14	28	7	3	98	182	–	12	9,02	9,52	3,58	4,08
Маршрут 15														
АП-3	Б4	–	–	0	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–
	Б1	700	15	–	6	4	90	–	0,5	12	8,1	8,64	5,22	5,76
	Б4	–	–	15	–	–	–	90	0,55	–	–	–	–	–
	Б1	–	–	15	–	–	–	75	0,5	–	–	–	–	–
	АП-3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ИТОГО:	700	15	30	6	4	90	165	–	12	8,1	8,64	5,22	5,76
	ИТОГО по маршрутам:	3700	83	80	–	–	544	603	–	46	–	–	–	–

Среднегодовой объем перевезенного груза на данных маршрутах составит:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{дн}} \cdot D_{\text{р}};$$

$$Q_{\text{год}} = 3\,700 \cdot 250 = 925\,000 \text{ т.}$$

В данном разделе курсовой работы мы построили эпюры грузо-перевозок и определили технико-эксплуатационные показатели, характеризующие использование подвижного состава автомобильного транспорта.

4. ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО ГРАФИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Для построения характеристического графика применяется формула часовой производительности подвижного состава. Последовательно задавая возможные значения переменной, определяются соответствующие им значения производительности.

Характеристический график строим, приняв значение $l_{\text{ег}} = l_{\text{ср}} = \text{const}$ (прил. В).

Изменяя величину каждого исследуемого показателя в возможных пределах, считаем остальные постоянными величинами со средними значениями.

Анализом работы автотранспортных средств в реальном диапазоне эксплуатационных условий установлено, что наиболее сильное влияние на производительность подвижного состава оказывает длина груженой части ездки, далее следуют (в порядке уменьшения влияния) коэффициент использования грузоподъемности, коэффициент использования пробега, время погрузки-разгрузки и, наконец, техническая скорость автомобиля.

При использовании приведенных показателей следует иметь в виду, что они справедливы, в основном, для случая, когда автотранспортное средство выполняет в течение времени в наряде несколько ездок (что наиболее характерно для городских и пригородных перевозок), а каждая ездка завершается полной разгрузкой автомобиля.

Исходя из особенностей организации перевозок грузов в экономическом районе и на основании проведенного анализа влияния технико-эксплуатационных показателей на производительность, разработаем рекомендации по повышению производительности подвижного состава АТП.

5. ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть выполняется на компьютере или карандашом на листе форматом А4 и должна состоять из 2-х листов.

На первом листе составляется картограмма грузопотоков (прил. Б).

Для построения картограммы грузопотоков определяем по схеме дорожной сети расстояние между грузопунктами и величину грузовых потоков между каждым пунктом. Выбираем масштаб для числовых значений груза и наносим грузопоток на схему.

На втором листе размещается характеристический график (прил. В).

На картограмме грузопотоков и характеристическом графике приводят условные обозначения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При решении транспортной задачи были разработаны рациональные маршруты перевозки грузов с помощью математического метода линейного программирования.

В первом разделе определены кратчайшие расстояния и решена транспортная задача.

Во втором – определен оптимальный план перевозок, составлены маршруты методом «совмещенных планов» и выполнено закрепление маршрутов за АТП.

В третьем – выбраны тип и марка подвижного состава, наиболее соответствующие для перевозки данных грузов, рассчитаны технико-эксплуатационные показатели, характеризующие использование подвижного состава автомобильного транспорта на маршрутах, и определены средние их значения, а также выбраны средства механизации погрузо-разгрузочных работ. На вышеназванных маршрутах осуществляется перевозка сыпучих грузов: песка, щебня, грунта. Наиболее подходящим типом подвижного состава для перевозки таких видов груза является автомобиль-самосвал МАЗ-5551 грузоподъемностью 10 т (q_n).

Погрузка и разгрузка грузов осуществляется экскаватором с емкостью ковша 2 м³.

В четвертом разделе были разработаны маршруты с помощью картограммы и эпюр, выбран подвижной состав, рассчитаны время на погрузку-разгрузку и технико-эксплуатационные показатели.

В графической части строим картограмму грузопотоков и характеристический график.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении правил автомобильных перевозок грузов: постановление Совета Министров Республики Беларусь (с учетом изменений, внесенных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.12.2008 № 1936, рег. № 5/28956 от 17.12.2008), 30 июня 2008 г., № 970.

2. Об утверждении норм времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и норм затрат на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава автомобильного транспорта Республики Беларусь: постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 1 ноября 2002 г., № 35.

3. Об утверждении положения о рабочем времени и времени отдыха для водителей автомобилей: постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 25 ноября 2010 г., № 82.

4. Вельможин, А. В. Грузовые автомобильные перевозки : учебник для вузов / А. В. Вельможин [и др.]. – 3-е изд., испр. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2015. – 560 с.

5. Воскресенская, Т. П. Организация грузовых автомобильных перевозок : учебное пособие / Т. П. Воскресенская, И. В. Воскресенский. – Новокузнецк : СибГИУ, 2016. – 178 с.

6. Просов, С. Н. Модель кольцевой маршрутизации перевозок грузов помашинными отправлениями / С. Н. Просов. – Москва : МАДИ, 2016. – 48 с.

7. Туревский, И. С. Автомобильные перевозки: учебное пособие / И. С. Туревский. – Москва : Форум, ИНФРА-М, 2016. – 222 с.

Вариант 1

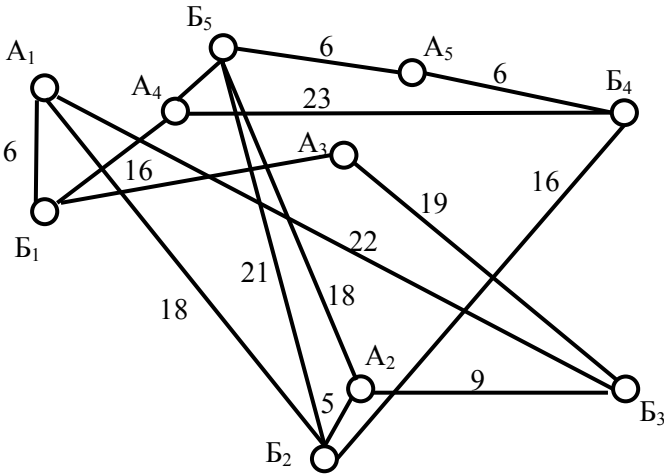


Рис. 1. Схема дорожной сети

Исходные данные

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₃	грунт	1500	
A ₂	B ₂	песок	750	
A ₂	B ₅	щебень	1250	
B ₂	A ₂	овощи	500	
B ₂	B ₄	мебель	200	
B ₅	B ₂	метизы	500	
A ₄	B ₄	земля	500	
A ₃	B ₁	песок	1000	
A ₅	B ₄	щебень	250	

45 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
 55 % – дороги городские.

Вариант 2

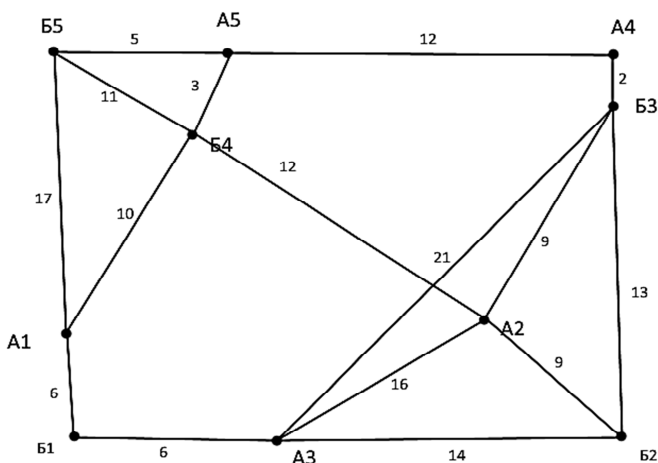


Рис. 2. Схема дорожного движения

Исходные данные

$$T_n = 8,5 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	грунт	500	
A ₁	B ₁	рельсы	500	
B ₁	A ₁	доски	200	
A ₂	B ₂	песок	1000	
B ₂	A ₂	овощи	200	
A ₂	B ₂	фанера	200	
A ₃	B ₃	щебень	250	
A ₃	B ₃	овощи	200	
B ₃	A ₃	тара разная	250	
B ₅	A ₄	кожа	500	
A ₄	B ₃	песок	1000	
A ₄	B ₅	фанера	250	
A ₅	B ₄	песок	1000	
A ₅	B ₄	шифер	500	
B ₄	A ₅	паропласт	500	

30 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
70 % – дороги городские.

Вариант 3

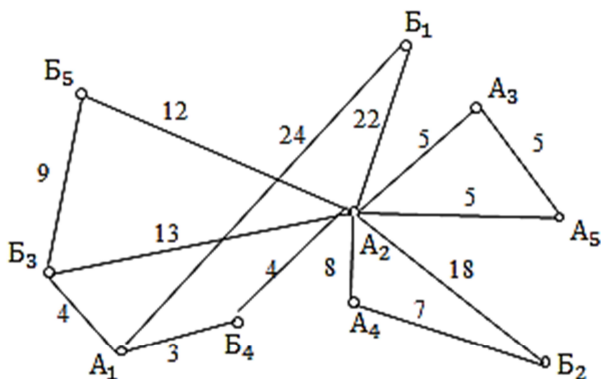


Рис. 3. Схема дорожной сети

Исходные данные

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	щебень	1000	
A ₁	B ₁	фрукты	250	
B ₁	A ₁	консервы	400	
A ₂	B ₃	песок	750	
A ₂	B ₃	овощи	500	
A ₂	B ₂	овощи	250	
B ₂	A ₂	мука	500	
B ₃	A ₂	цемент	500	
A ₄	B ₂	песок	1500	
A ₄	B ₁	овощи	250	
A ₄	B ₂	овощи	250	
B ₂	A ₄	консервы	100	
A ₃	B ₄	грунт	750	
A ₄	B ₅	щебень	1250	
A ₅	B ₅	кокс	750	

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

50 % – дороги городские.

Вариант 4

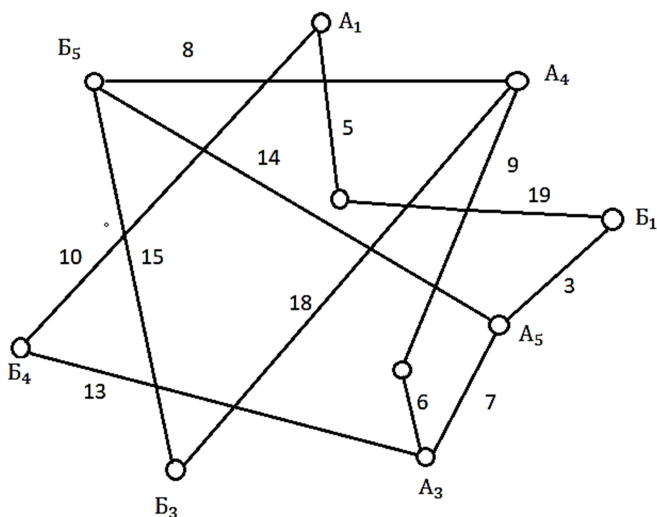


Рис. 4. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₃	B ₂	песок	1000	
A ₃	B ₂	балки стальные	500	
B ₂	A ₃	метизы	1000	
B ₂	A ₄	прокат	500	
B ₄	A ₃	кирпич	250	
A ₃	B ₄	гвозди	200	
A ₅	B ₅	щебень	1000	
A ₂	B ₁	грунт	500	
A ₄	B ₃	щебень	750	
A ₁	B ₄	щебень	1250	

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;
50 % – дороги городские.

Вариант 5

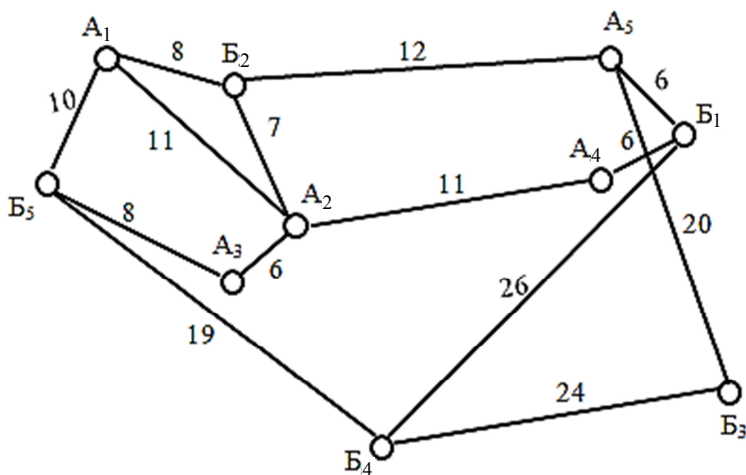


Рис. 5. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_H = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₅	B ₅	песок	1000	
B ₅	B ₂	овощи	300	
B ₂	A ₅	войлок	500	
B ₅	A ₅	метизы	250	
A ₄	B ₂	гравий	500	
A ₃	B ₃	песок	750	
A ₂	B ₁	щебень	1250	
A ₁	B ₄	песок	1000	

40 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

60 % – дороги городские.

Вариант 6

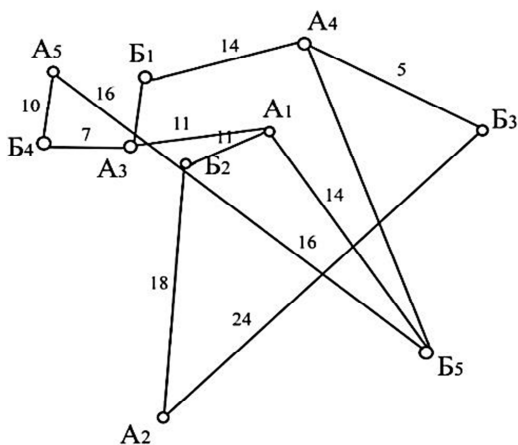


Рис. 6. Схема дорожной сети

Исходные данные

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	гравий	1500	
A ₁	B ₁	картофель	1000	
B ₁	A ₁	войлок	500	
A ₂	B ₃	щебень	1000	
A ₂	B ₂	грунт	1500	
B ₃	A ₂	метизы	500	
B ₃	A ₂	прокат	500	
B ₂	A ₂	картофель	750	
A ₃	B ₄	щебень	1250	
B ₄	A ₃	пух	100	
B ₅	A ₄	битая птица в ящиках	100	
B ₅	A ₄	проволока	400	
A ₄	B ₅	песок	1000	
A ₅	B ₅	щебень	750	

10 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

20 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;

70 % – дороги городские.

Вариант 7

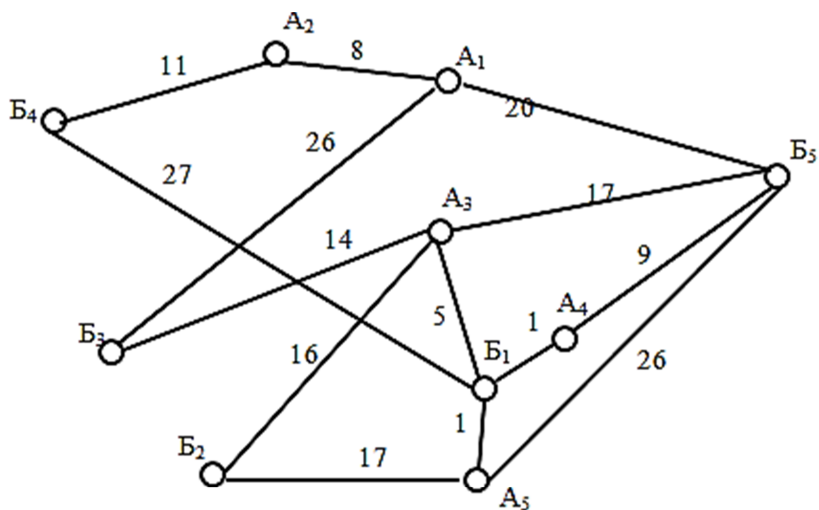


Рис. 7. Схема дорожной сети

Исходные данные

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₄	B ₁	кирпич	1000	
A ₅	B ₅	силикатный кирпич	1250	
B ₂	A ₃	овощи	500	
A ₃	B ₁	картофель	300	
B ₁	A ₅	метизы	1200	
A ₅	B ₁	соль	400	
B ₁	A ₃	фрукты	600	
B ₄	B ₁	консервы	700	
A ₃	B ₅	кирпич	1000	
A ₂	B ₄	кирпич	1250	
A ₁	B ₃	кирпич	1500	

35 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
65 % – дороги городские.

Вариант 8

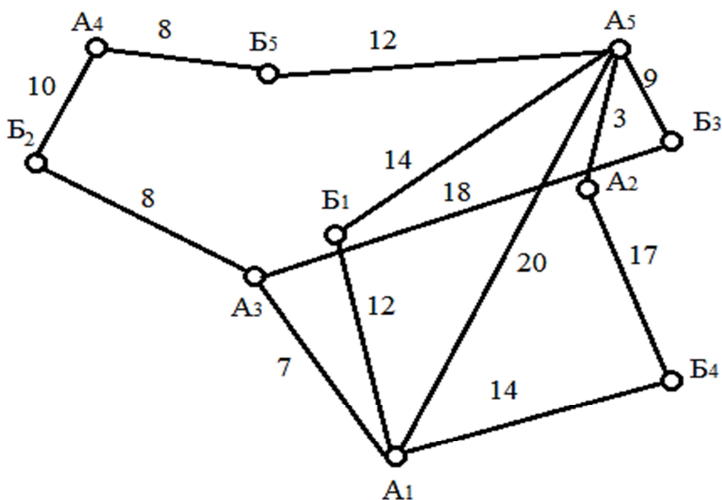


Рис. 8. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 8,5 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₄	кирпич	1000	
A ₁	A ₅	песок	500	
A ₁	B ₁	асбест навалом	750	
B ₁	A ₅	песок	250	
B ₁	A ₁	щебень	1200	
A ₂	B ₄	кирпич	600	
A ₄	B ₂	гранитные плиты	1450	
A ₃	B ₃	кирпич	400	
A ₅	B ₅	кирпич	1250	

40 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

60 % – дороги городские.

Вариант 9

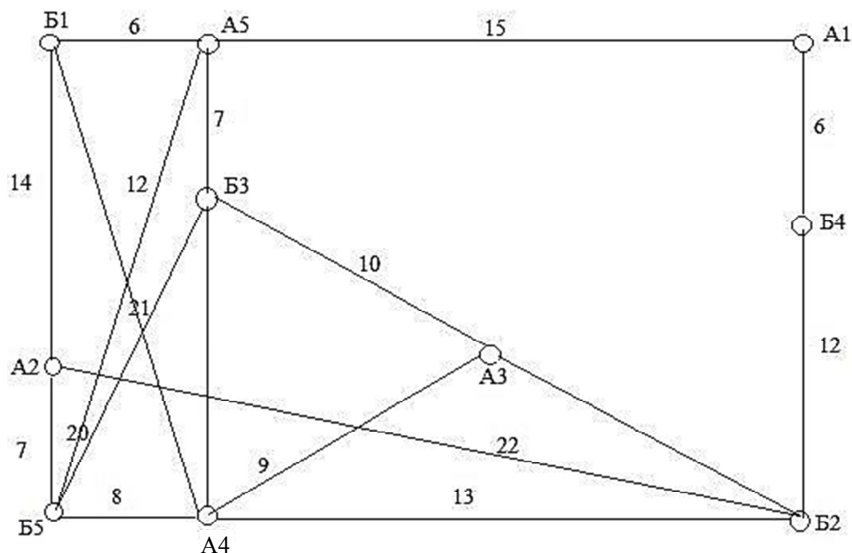


Рис. 9. Схема дорожной сети

Исходные данные

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₄	песок	1000	
A ₁	B ₄	овощи	250	
B ₄	A ₁	соль	300	
B ₄	B ₂	паркет	1500	
A ₂	B ₂	щебень	1000	
A ₃	B ₃	уголь	1000	
A ₄	B ₁	грунт	750	
A ₅	B ₅	щебень	1250	

25 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

75 % – дороги городские.

Вариант 10

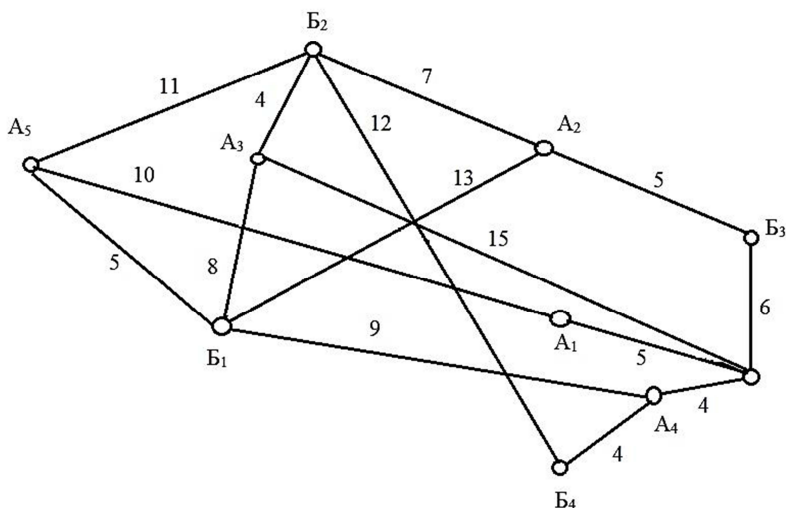


Рис. 10. Схема дорожной сети

Исходные данные

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₄	B ₁	кирпич	1000	
A ₅	B ₅	силикатный кирпич	1250	
B ₂	A ₃	овощи	500	
A ₃	B ₁	картофель	300	
B ₁	A ₅	метизы	1200	
A ₅	B ₁	соль	400	
B ₁	A ₃	фрукты	600	
B ₂	B ₄	консервы	700	
A ₃	B ₅	кирпич	1000	
A ₂	B ₁	кирпич	1250	
A ₁	B ₅	кирпич	1500	

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

25 % – дороги городские;

25 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные.

Вариант 11

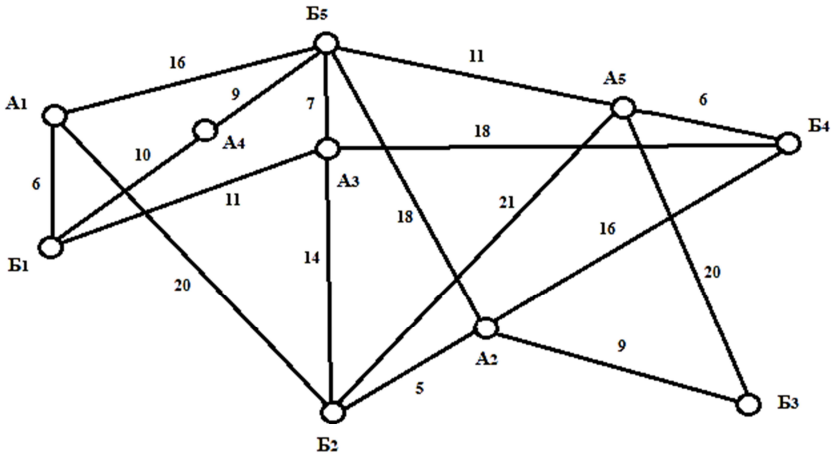


Рис. 11. Схема дорожной сети

Исходные данные

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	гравий	1500	
A ₁	B ₁	картофель	1000	
B ₁	A ₁	войлок	500	
A ₂	B ₃	щебень	1000	
A ₂	B ₂	грунт	1500	
B ₃	A ₂	метизы	500	
B ₃	A ₂	прокат	500	
B ₂	A ₂	картофель	750	
A ₃	B ₄	щебень	1250	
B ₄	A ₃	пух	100	
B ₅	A ₄	битая птица в ящиках	100	
B ₅	A ₄	провода	400	
A ₄	B ₅	песок	1000	
A ₅	B ₅	щебень	750	

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

25 % – дороги городские;

25 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные.

Вариант 12

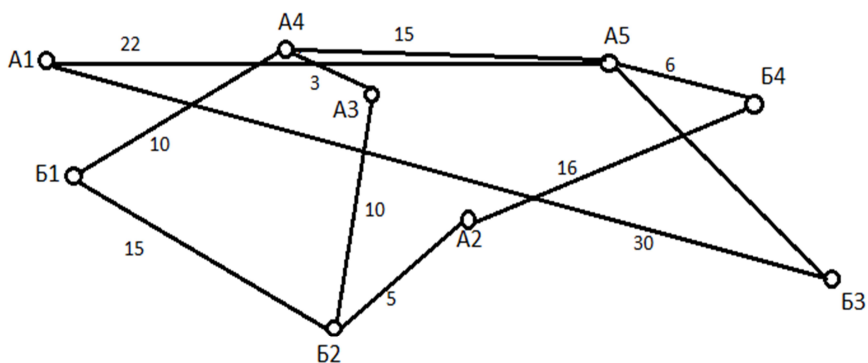


Рис. 12. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₃	кирпич	500	
A ₁	A ₅	щебень	1000	
A ₁	B ₃	песок	500	
B ₃	A ₅	бут	500	
A ₅	A ₁	глина	250	
A ₂	B ₄	гранитные блоки	1000	
A ₃	B ₂	кирпич	750	
A ₄	B ₁	гипс формовочный	500	
A ₅	B ₄	кирпич	1250	

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

25 % – дороги городские;

25 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные.

Вариант 13

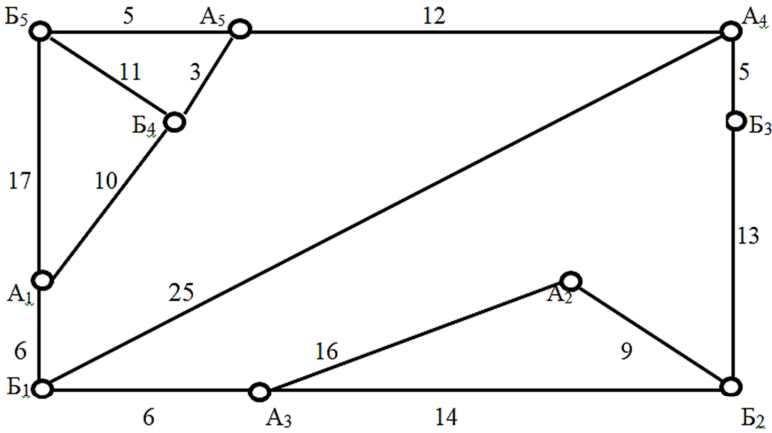


Рис. 13. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 8,5 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	грунт	500	
A ₁	B ₁	рельсы	500	
B ₁	A ₁	доски	200	
A ₂	B ₂	песок	1000	
B ₂	A ₃	овощи	200	
A ₂	B ₂	фанера	200	
A ₃	B ₂	щебень	250	
A ₃	B ₂	овощи	200	
B ₃	A ₄	тара разная	250	
B ₅	A ₅	кожа	500	
A ₄	B ₂	песок	1000	
A ₄	B ₁	фанера	250	
A ₅	B ₄	песок	1000	
A ₅	B ₄	шифер	500	
B ₄	A ₅	паропласт	500	

70 % – дороги городские;

30 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные.

Вариант 14

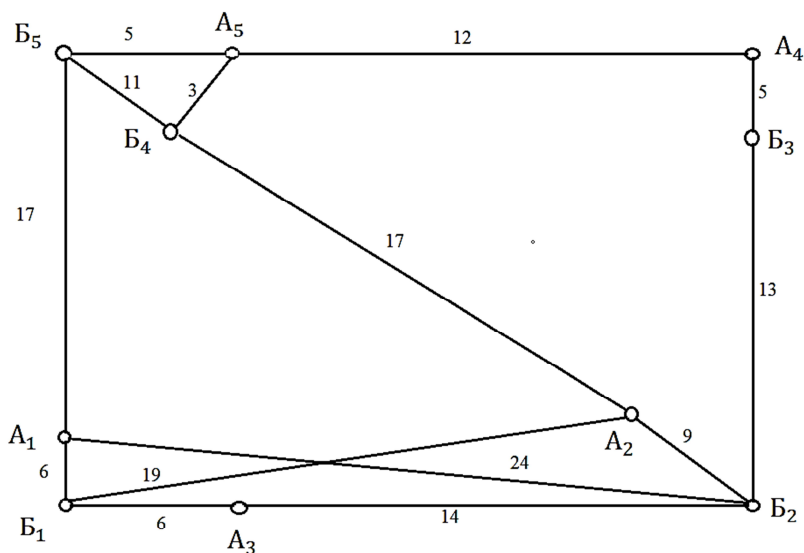


Рис. 14. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₅	B ₄	песок	1000	
B ₅	A ₂	овощи	300	
B ₂	A ₁	войлок	500	
B ₄	A ₅	метизы	250	
A ₄	B ₃	гравий	500	
A ₃	B ₂	песок	750	
A ₂	B ₁	щебень	1250	
A ₁	B ₅	песок	1000	

40 % – дороги с твердым покрытием и грунтовыми улучшенными;
 60 % – дороги городские.

Вариант 15

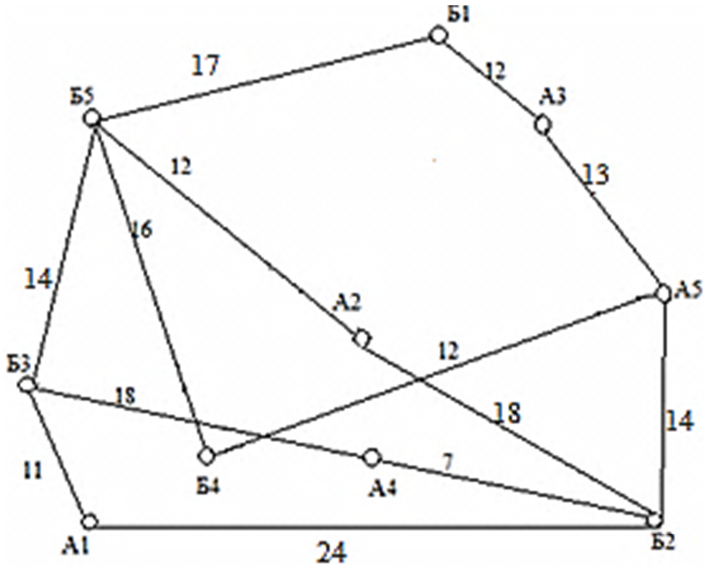


Рис. 15. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₃	грунт	1500	
A ₂	B ₂	песок	750	
A ₂	B ₅	щебень	1250	
B ₂	A ₂	овощи	500	
B ₂	B ₃	мебель	200	
B ₅	B ₄	метизы	500	
A ₄	B ₃	земля	500	
A ₃	B ₁	брикет	1000	
A ₅	B ₄	щебень	250	

45 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
55 % – дороги городские.

Вариант 16

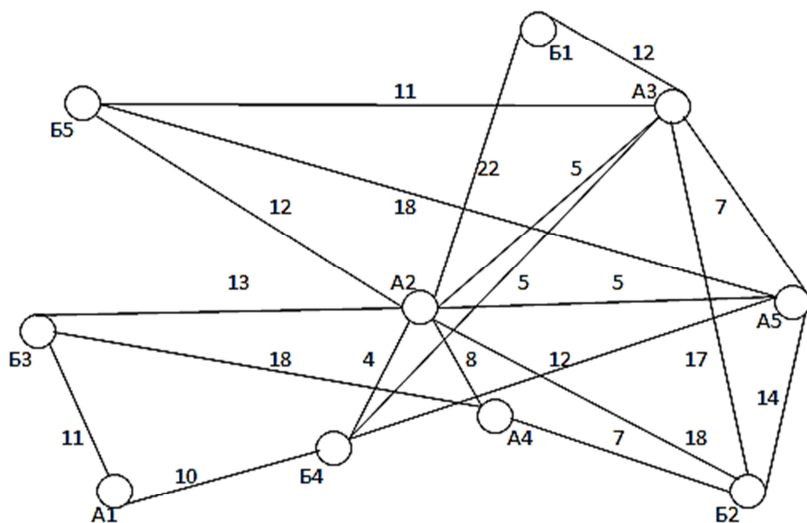


Рис. 16. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₃	B ₂	песок	1000	
A ₃	B ₂	балки стальные	500	
B ₂	A ₃	метизы	1000	
B ₂	A ₄	прокат	500	
B ₄	A ₃	кирпич	250	
A ₃	B ₄	гвозди	200	
A ₅	B ₅	щебень	1000	
A ₂	B ₁	грунт	500	
A ₄	B ₃	щебень	750	
A ₁	B ₄	щебень	1250	

40 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшения;
 60 % – дороги городские.

Вариант 17

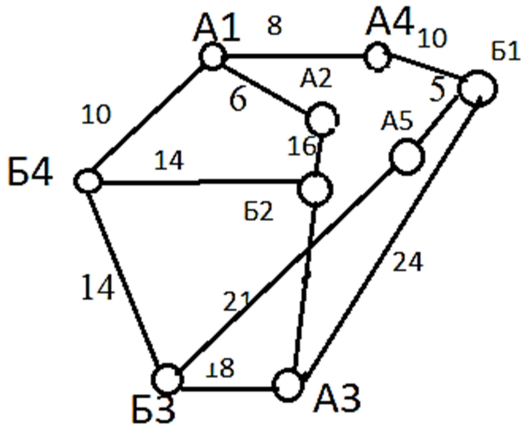


Рис. 17. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A1	B4	песок	1000	
A1	B4	овощи	250	
B4	A1	соль	300	
B4	B2	паркет	1500	
A2	B2	щебень	1000	
A3	B3	уголь	1000	
A4	B1	грунт	750	
A5	B3	щебень	1250	

40 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
60 % – дороги городские.

Вариант 18

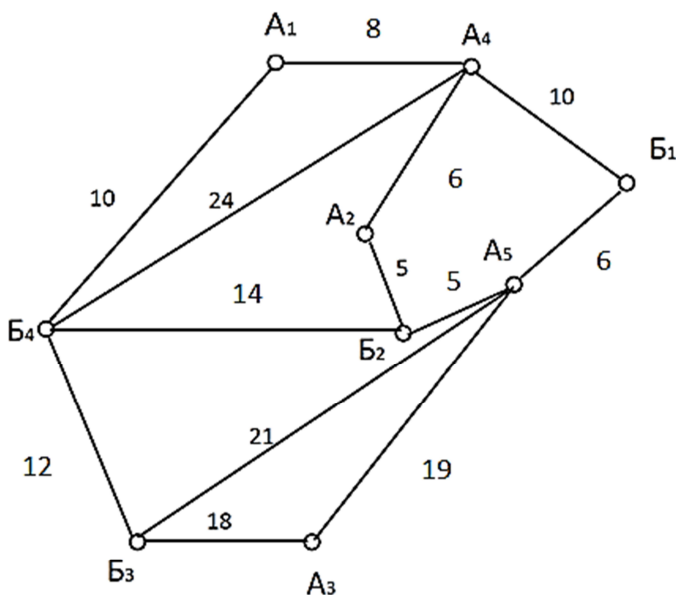


Рис. 18. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₄	песок	1000	
A ₁	B ₄	овощи	250	
B ₄	A ₁	соль	300	
B ₄	A ₄	паркет	1500	
A ₂	B ₂	щебень	1000	
A ₃	B ₃	уголь	1000	
A ₄	B ₁	грунт	750	
A ₅	B ₃	щебень	1250	

25 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

75 % – дороги городские.

Вариант 19

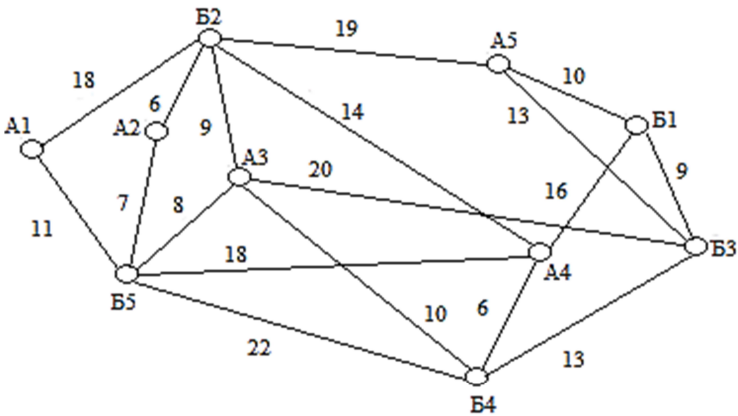


Рис. 19. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 8,5 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₂	щебень	1000	
A ₁	B ₂	фрукты	250	
B ₂	A ₁	консервы	400	
A ₂	B ₅	песок	750	
A ₂	B ₅	овощи	500	
A ₂	B ₂	овощи	250	
B ₂	A ₂	мука	500	
B ₃	A ₃	цемент	500	
A ₄	B ₂	песок	1500	
A ₄	B ₁	овощи	250	
A ₄	B ₂	овощи	250	
B ₂	A ₄	консервы	100	
A ₃	B ₄	грунт	750	
A ₄	B ₅	щебень	1250	
A ₅	B ₃	кокс	750	

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

50 % – дороги городские.

Вариант 20

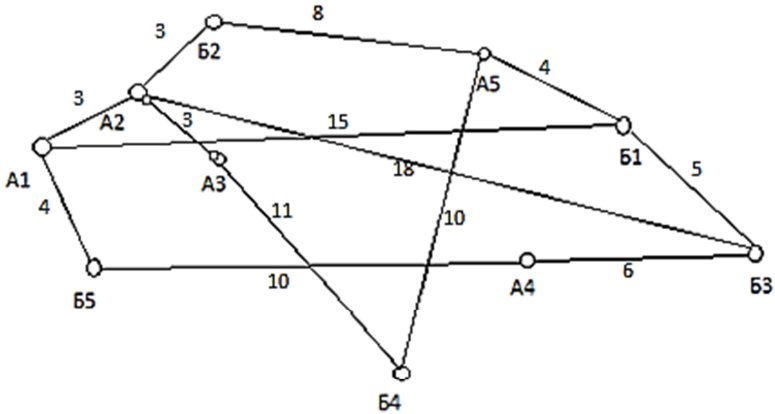


Рис. 20. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A1	B1	гравий	1500	
A1	B1	картофель	1000	
B1	A1	войлок	500	
A2	B3	щебень	1000	
A2	B2	грунт	1500	
B3	A2	метизы	500	
B3	A2	прокат	500	
B2	A2	картофель	750	
A3	B4	щебень	1250	
B4	A3	пух	100	
B5	A4	птица в ящиках	100	
B5	A4	проволока	400	
A4	B5	песок	1000	
A5	B4	щебень	750	

10 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

20 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;

70 % – дороги городские.

Вариант 21

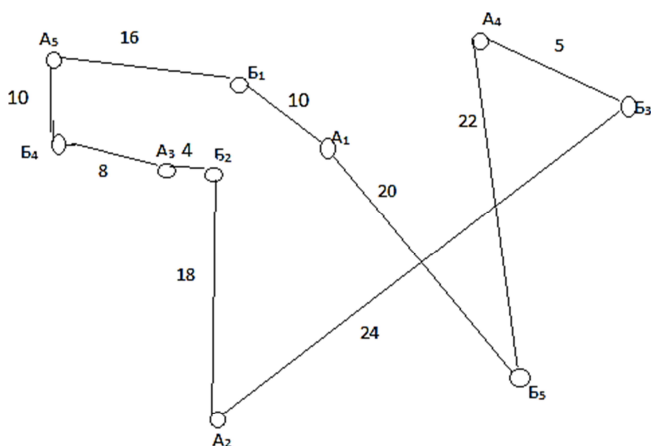


Рис. 21. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_H = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	грунт	500	
A ₁	B ₁	рельсы	500	
B ₁	A ₁	доски	200	
A ₂	B ₂	песок	1000	
B ₂	A ₂	овощи	200	
A ₂	B ₂	фанера	200	
A ₃	B ₂	щебень	250	
A ₂	B ₃	овощи	200	
B ₃	A ₄	тара разная	250	
B ₅	A ₄	кожа	500	
A ₄	B ₃	песок	1000	
A ₄	B ₅	фанера	250	
A ₅	B ₄	песок	1000	
A ₅	B ₄	шифер	500	
B ₄	A ₅	паропласт	500	

30 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
70 % – дороги городские.

Вариант 22

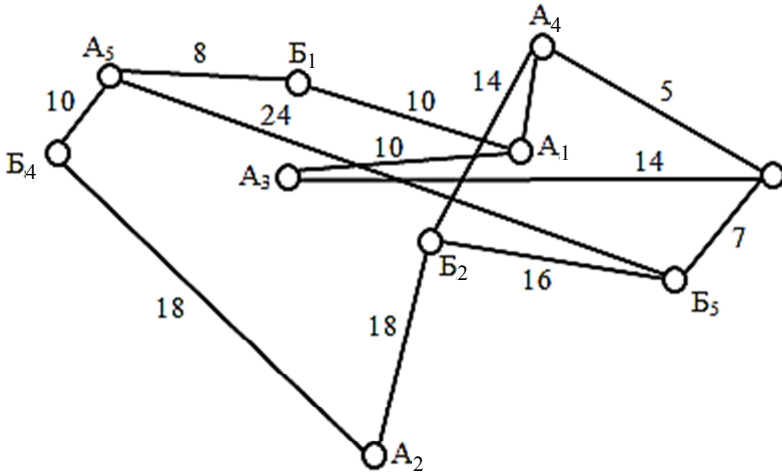


Рис. 22. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	кирпич	1000	
A ₁	A ₃	песок	500	
A ₁	B ₁	асбест навалом	750	
B ₁	A ₅	песок	250	
B ₁	A ₁	щебень	1200	
A ₂	B ₄	кирпич	600	
A ₄	B ₂	гранитные плиты	1450	
A ₃	B ₃	кирпич	400	
A ₅	B ₅	кирпич	1250	

40 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

60 % – дороги городские.

Вариант 23

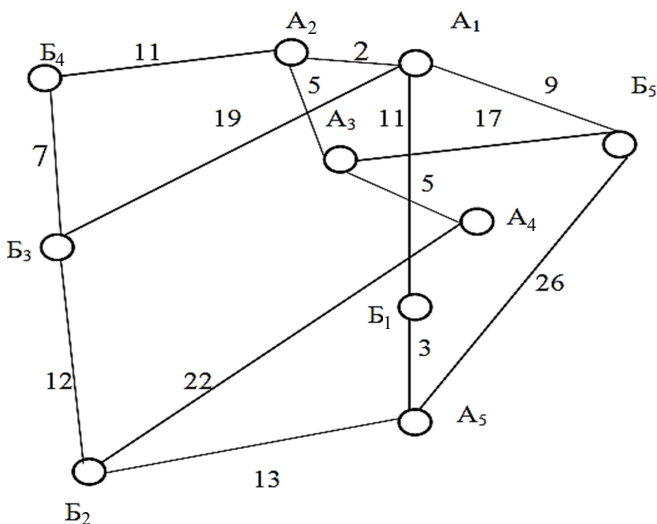


Рис. 23. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	кирпич	1000	
A ₁	B ₃	песок	500	
A ₁	B ₁	асбест навалом	750	
B ₁	A ₅	песок	250	
B ₁	A ₁	щебень	1200	
A ₂	B ₄	кирпич	600	
A ₄	B ₂	гранитные плиты	1450	
A ₃	B ₅	кирпич	400	
A ₅	B ₅	кирпич	1250	

40 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
60 % – дороги городские.

Вариант 24

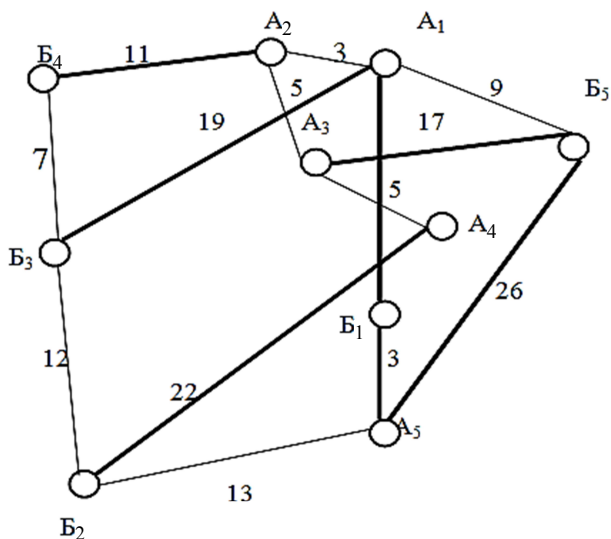


Рис. 24. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	кирпич	1000	
A ₁	B ₃	песок	500	
A ₁	B ₁	асбест навалом	750	
B ₁	A ₅	песок	250	
B ₁	A ₁	щебень	1200	
A ₂	B ₄	кирпич	600	
A ₄	B ₂	Гранитные плиты	1450	
A ₃	B ₅	кирпич	400	
A ₅	B ₅	кирпич	1250	

40 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
60 % – дороги городские.

Вариант 25

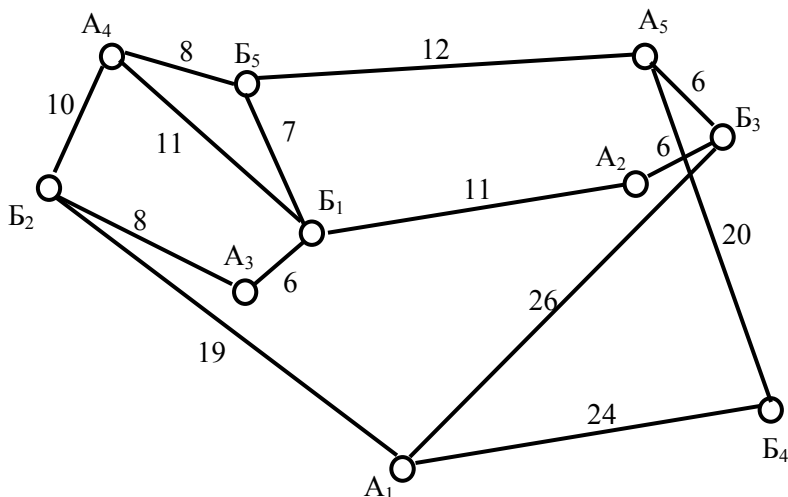


Рис. 25. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_H = 8,5 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₄	песок	1000	
A ₁	B ₄	овощи	250	
B ₄	A ₁	соль	300	
A ₅	B ₃	паркет	1500	
A ₂	B ₃	щебень	1000	
A ₃	B ₂	уголь	1000	
A ₄	B ₁	грунт	750	
A ₅	B ₅	щебень	1250	

25 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
75 % – дороги городские.

Вариант 26

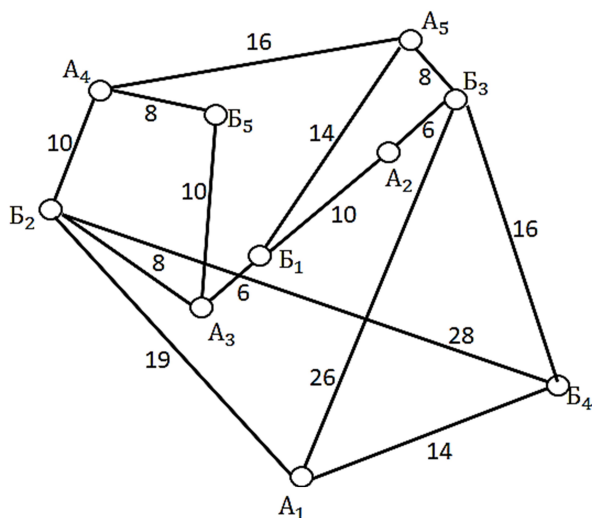


Рис. 26. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₄	B ₄	кирпич	1000	
A ₅	B ₃	силикатный кирпич	1250	
B ₂	A ₃	овощи	500	
A ₃	B ₁	картофель	300	
B ₁	A ₅	метизы	1200	
A ₅	B ₁	соль	400	
B ₁	A ₃	фрукты	600	
B ₂	B ₄	консервы	700	
A ₃	B ₅	кирпич	1000	
A ₂	B ₁	кирпич	1250	
A ₁	B ₃	кирпич	1500	

35 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
65 % – дороги городские.

Вариант 27

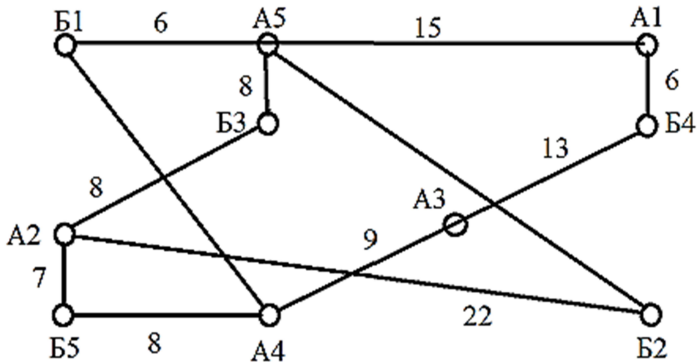


Рис. 27. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 9 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₁	щебень	1000	
A ₁	B ₁	фрукты	250	
B ₁	A ₁	консервы	400	
A ₂	B ₃	песок	750	
A ₂	B ₃	овощи	500	
A ₂	B ₂	овощи	250	
B ₂	A ₂	мука	500	
B ₃	A ₂	цемент	500	
A ₄	B ₄	песок	1500	
A ₄	B ₁	овощи	250	
A ₄	B ₄	овощи	250	
B ₂	A ₅	консервы	100	
A ₃	B ₄	грунт	750	
A ₄	B ₅	щебень	1250	
A ₅	B ₁	кокс	750	

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

50 % – дороги городские.

Вариант 28

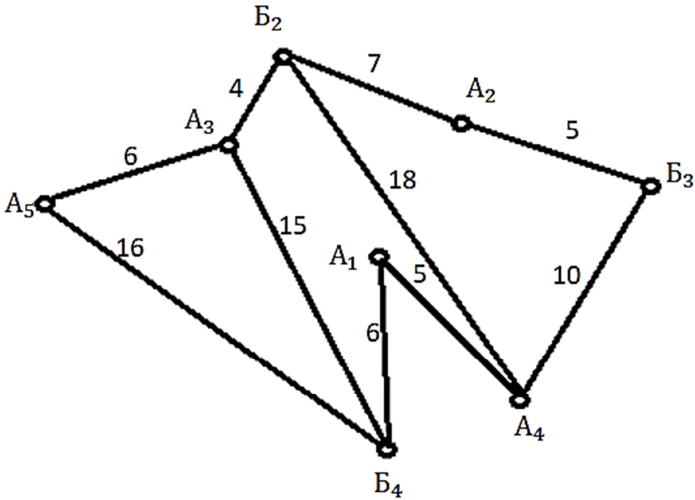


Рис. 28. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 8,5 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
А3	Б2	песок	1000	
А3	Б2	балки стельные	500	
Б2	А3	метизы	1000	
Б2	А4	прокат	500	
Б4	А3	кирпич	250	
А3	Б4	гвозди	200	
А5	Б4	щебень	1000	
А2	Б2	грунт	500	
А4	Б3	щебень	750	
А1	Б4	щебень	1250	

40 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные;
60 % – дороги городские.

Вариант 29

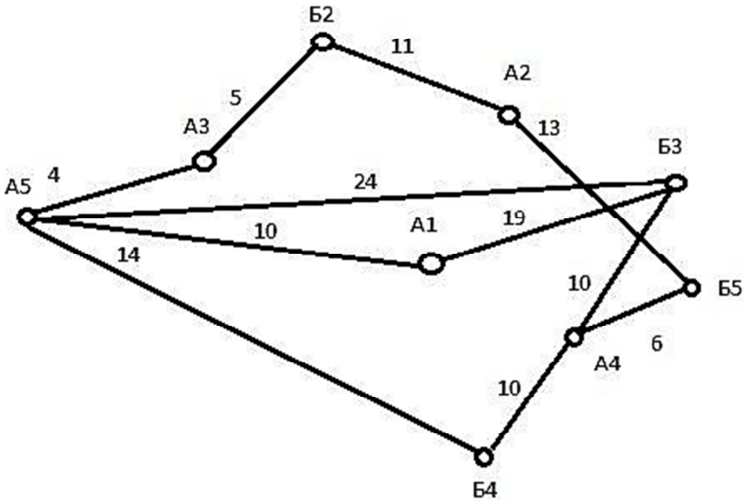


Рис. 29. Схема дорожной сети

Исходные данные:

$$T_n = 8,5 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₃	кирпич	500	
A ₁	A ₅	щебень	1000	
A ₁	B ₃	песок	500	
B ₃	A ₅	бут	500	
A ₅	A ₁	глина	250	
A ₂	B ₅	гранитные блоки	1000	
A ₃	B ₂	кирпич	750	
A ₄	B ₃	гипс формовочный	500	
A ₅	B ₄	кирпич	1250	

35 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшения;
 65 % – дороги городские.

Вариант 30

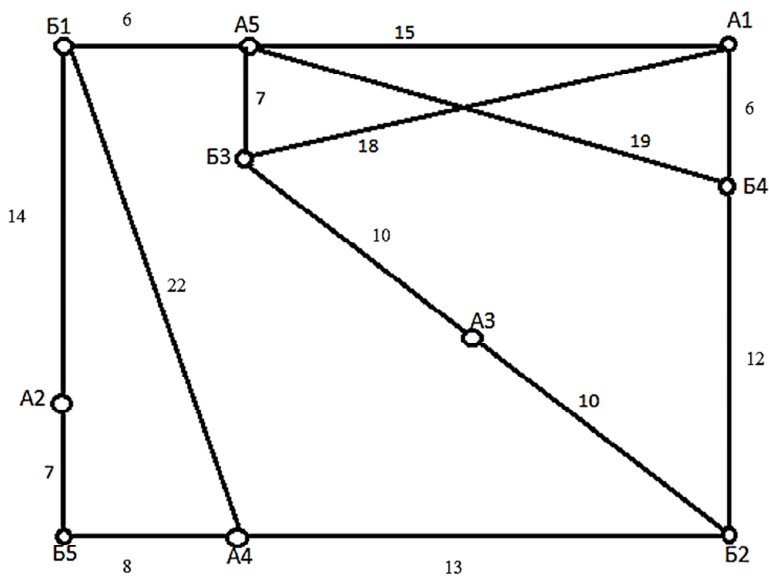


Рис. 30. Схема дорожной сети

Исходные данные:

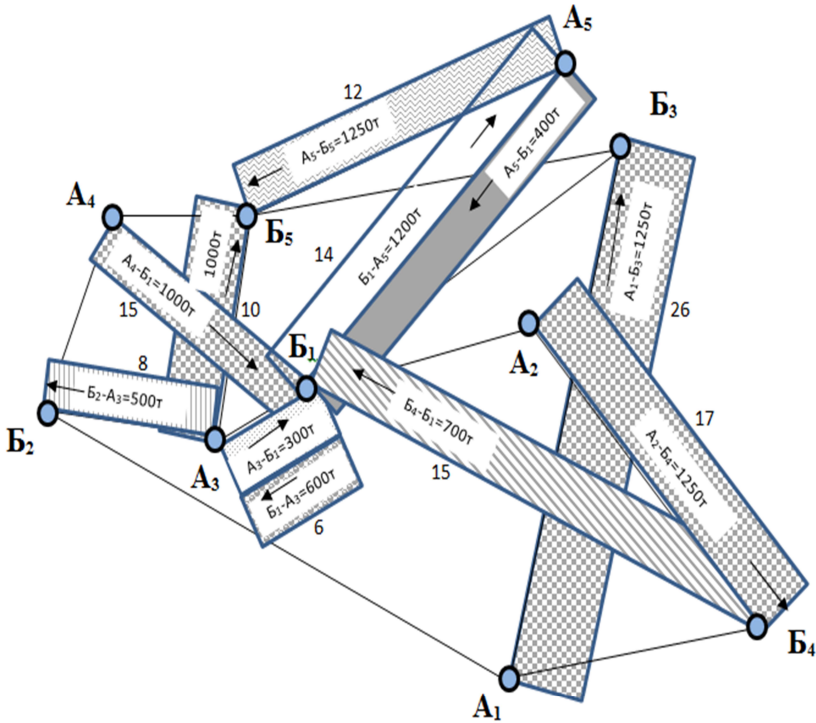
$$T_n = 10 \text{ ч}$$

Грузопотоки		Род груза	Объем перевозок, т	Класс груза
из пункта	в пункт			
A ₁	B ₃	кирпич	500	
A ₁	A ₅	щебень	1000	
A ₁	B ₃	песок	500	
B ₃	A ₅	бут	500	
A ₅	A ₁	глина	250	
A ₂	B ₅	гранитные блоки	1000	
A ₃	B ₂	кирпич	750	
A ₄	B ₁	гипс формовочный	500	
A ₅	B ₄	кирпич	1250	


25 % – городские дороги;

50 % – дороги с усовершенствованным покрытием;

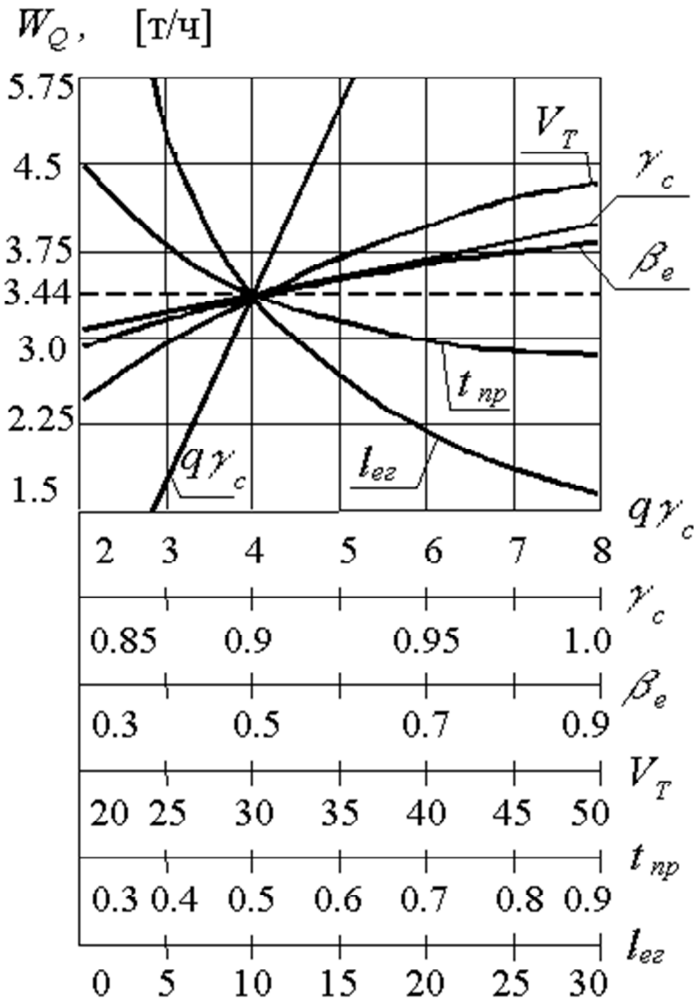
25 % – дороги с твердым покрытием и грунтовые улучшенные.



Условные обозначения

-  Соль
-  Кирпич
-  Овощи
-  Картофель
-  Консервы
-  Силикатный кирпич
-  Фрукты
-  Метизы

Характеристический график



Все расчеты характеристического графика должны быть сведены в таблицу.

Учебное издание

АНТЮШЕНЯ Дмитрий Михайлович

**ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов по направлению специальности
1-27 02 01-01 «Транспортная логистика
(автомобильный транспорт)»

В 2 частях

Часть 2

Редактор *А. Д. Спичёнок*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 21.10.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,75. Уч.-изд. л. 4,50. Тираж 100. Заказ 779.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.