

Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Инженерно-технический факультет

Кафедра машиностроения

Т.И. Исинтаев, Б.Р. Салыков

# ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА

Практикум и задания для практических работ



Костанай, 2018

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Инженерно-технический факультет

Кафедра машиностроения

Т.И. Исинтаев, Б.Р. Салыков

## **ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА**

Практикум и задания для практических работ

Костанай, 2018

УДК 656 (075. 8)

ББК 39. 19 я 73

И85

**Составители:**

Исинтаев Т. И., кандидат технических наук, доцент,

Салыков Б.Р., кандидат технических наук, доцент

**Рецензенты:**

**Баймухамбетов** Малик Файзулович –доктор технических наук, профессор, проректор по НР и ВС Костанайского социально-технического университета имени академика З. Алдамжар

**Кушнир** Валентина Геннадьевна - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Машин, тракторов и автомобилей» Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова

**Нурушев** Серик Закирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Машиностроения» Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова

Исинтаев Т.И., Салыков Б.Р.

И85. Транспортная логистика: Практикум и задания для практических работ - Костанай, 2018. – 66с.

ISBN 978-601-7985-27-1

В практикуме изложены история возникновения и развития логистики как прикладной науки, теоретические положения по решению основных транспортных задач. Даны задания для выполнения практических работ

Практикум составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для магистрантов специальности «6М050700 – Менеджмент» и может быть использован студентами технических специальностей при изучении отдельных тем дисциплин «Автомобильные перевозки», «Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса», «Грузоведение» и др.

УДК 656 (075. 8)

ББК 39. 19 я 73

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова, 25.10.2018 г , протокол № 6

ISBN 978-601-7985-27-1

© Исинтаев Т.И., Салыков Б.Р.

© КГУ имени А. Байтурсынова

Проект финансируется при поддержке Европейской комиссии. Содержание данного материала является предметом ответственности автора и не отражает точку зрения Европейской комиссии.

## Содержание

<b>Введение</b> .....	4
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1</b> Построение эпюры материалопотоков .....	7
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2</b> Определение оптимального местонахождения автотранспортного предприятия .....	12
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3</b> Прогнозирование материалопотока .....	17
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4</b> Технические показатели работы автопарка .....	26
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5</b> Эксплуатационные показатели ра- боты автомобильного транспорта .....	31
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6</b> Выбор подвижного состава для перевозки грузов .....	38
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7</b> Выбор технико-эксплуатационных показателей работы автомобиля на маятниковых маршрутах .....	43
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8</b> Выбор технико-эксплуатационных показателей работы автомобиля на кольцевых маршрутах .....	49
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9</b> Закрепление грузополучателей за грузоотправителями .....	54
<b>Контрольные вопросы</b> .....	64
<b>Список использованной литературы</b> .....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Понятие логистики имеет свою историю. Древние греки понимали под логистикой искусство выполнения расчетов. Специальных государственных контролеров называли логистами. В древнем Риме под логистикой понимали распределение продуктов.

В дальнейшем термин “логистика” стали использовать для характеристики навыков и практики расположения и перемещения воинских подразделений и обозных служб. Царь Византии Леон VI, живший в IX-X вв. нашей эры, использовал термин “логистика” в учебнике по военному делу в значении “тыл, снабжение войск”.

В начале XIX века, в эпоху наполеоновских войн логистика определялась как наука об управлении при планировании запасов, перевозках и снабжении войск.

Новый этап в развитии военной логистики наступил во время второй мировой войны, когда логистические подходы стали широко применяться при планировании и подготовке военных операций.

В 50<sup>х</sup> годах прошлого столетия было признано, что задачи регулирования материальных потоков могут успешно решаться с помощью методов, применяемых в военной логистике. А в начале 70<sup>х</sup> годов логистический подход начинает широко применяться в экономике различных стран.

Постепенно понятия логистики и логистического управления наполнялись многообразным содержанием и проникают в различные сферы производства и товарообращения.

Существует несколько подходов к определению понятия логистики. Большинство из них связывают это понятие с материальным потоком и потоком информации.

Всю совокупность определений логистики можно объединить в две группы.

Первая из них трактует логистику как направление хозяйственной деятельности, которое заключается в управлении материальными и информационными потоками в сферах производства и обращения.

Другая группа определений рассматривает логистику как междисциплинарное научное направление, непосредственно связанное с поиском новых возможностей повышения эффективности материальных и информационных потоков.

В настоящее время все более распространенным становится подход к логистике как научно-практическому направлению хозяйствования, заклю-

чающемся в эффективном управлении материальными и информационными потоками в сферах производства и обращения.

Терминологический словарь русского языка, изданный в 1995 г. дает такое определение логистики:

“Логистика – наука о планировании, контроле и управлении транспортированием, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе доведения сырья и материалов до производственного предприятия, внутривозводской переработки сырья, материалов и полуфабрикатов, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего, а также передачи, хранения и обработки соответствующей информации”.

Обобщая все сказанное выше можно предложить следующее понятие логистики.

*Логистика* – наука об организации, планировании, контроле и регулировании движения материальных и информационных потоков в пространстве и во времени от их первичного источника до конечного потребителя.

Выделяется два аспекта логистической деятельности на предприятиях.

Первый связан с понятием индустриального инжиниринга и затрачивает проблемы эксплуатации складов и транспортных средств, выбора и использования погрузочного оборудования упаковки, функционирования информационно-управляющих систем.

Второй аспект касается собственно организации и управления материальными потоками на макро- и микроуровнях и сводится к анализу взаимовлияния различных факторов в процессе функционирования логистических систем.

Логистика рассматривается как система, обеспечивающая рыночную ориентацию управления предприятием, что и определяет содержание деятельности предприятия по установлению его связей с потребителем. Основными направлениями работы, осуществляемыми в этой области, являются:

- изучение рынка и прогнозирование спроса на конкретные виды продукции;
- закупка материальных ресурсов, потребных для производства продукции, принятие решений о размерах запасов и управление запасами;
- организация материальных потоков в производстве;
- организация товарораспределения: подбор и упаковка готовой продукции, ее транспортирование к месту назначения, поставка продукции потребителю, оформление необходимой документации.

**Целью дисциплины** “Транспортная логистика” является изучение студентами в системном виде проблем управления распределением товаров в их связи с задачами транспорта, прежде всего автомобильного.

Этими задачами являются прежде всего: снижение транспортных затрат при доставке грузов точно в срок; максимальное удовлетворение всех требований получателя; нанесение минимального ущерба окружающей среде.

В результате изучения дисциплины будущий специалист по организации перевозок и управлению на автомобильном транспорте должен знать сущность новой логистической технологии и разбираться в проблемах управления распределением товаров.

В данном пособии приведены наиболее часто встречающиеся в практике работы специалистов автотранспортного производства задачи, примеры их решения и сформулированы вопросы, ответы на которые позволяют более глубоко понять технологию работы подвижного состава автомобильного транспорта и научиться оценивать эффективность принимаемых решений по его использованию.

Изучение этой дисциплины предусматривает обеспечение необходимой общетранспортной подготовки специалистов 5В071300 - Транспорт, транспортная технология и техника по организации перевозок и управлению на автомобильном транспорте.

Поэтому в ходе выполнения практических работ студенты выполняют решения аналитических, практических и ситуационных задач, связанных с перемещением материальных средств автомобильным транспортом.

При выполнении практических работ варианты заданий соответствуют последним двум цифрам номера зачетной книжки. Например, у студента номер зачетной книжки 10-10114, следовательно, его вариант заданий 14.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

**Тема:** Построение эпюры материалопотоков (4 часа)

Теоретические положения

Система измерителей материалопотоков состоит из трех параметров: транспортной массы (М) или объема перевозок (Q), транспортного пути (L) и транспортного времени (T). Транспортная масса (объем перевозок) может выражаться скалярно или векторно. В первом случае она находится в покое (например, на складе), во втором – показывается направление движения (например, от пункта А в пункт В).

Из трех основных параметров (М или Q; L; T) для отдельных потоков образуются производные измерители: транспортная работа ( $P=ML \equiv QL$ ) и производительность ( $W=M/T \equiv Q/T$ ), которая выражает мощность транспортного потока или мощность источника (производственного предприятия, склада и т.п.).

*Мощность транспортного потока* – это количество транспортной массы, проходящее в единицу времени в определенном пункте или через определенное сечение транспортного пути в определенном направлении.

*Мощность источника* – это отдача (разгрузка) источником транспортной массы в единицу времени.

Взаимоотношения и различия между потоками источника и назначения хорошо видны, если представить их в виде таблицы «вход-выход» (таблица 1.1)

Таблица 1.1 - Показатели материалопотоков

Пункты отправления (назначения) груза	Пункты вывоза (источник)груза				Вывоз груза, т
	А	Б	В	Г	
А	50	200	300	400	950
Б	100	60	200	300	660
В	200	300	80	100	680
Г	300	100	200	10	610
Получено груза, т	650	660	780	810	2900

Из таблицы 1.1 видно, что материалопотоки характеризуются величиной и направлением и подразделяются на местные: из А в А; из В в В (например, внутривозвратные, внутригородские и т.п.) и межтерриториальные –

из А в Г; из В в Б (например, межселенные, междугородние, межгосударственные и т.п.).

Материалопотоки характеризуются коэффициентом неравномерности ( $K_n$ ), определяемым по формуле:

$$K_n = M_{\max} / M_{\min} = Q_{\max} / Q_{\min} \quad (1.1)$$

где:  $M_{\max}; Q_{\max}$  и  $M_{\min}; Q_{\min}$  – соответственно максимальный и минимальный грузопотоки в определенном направлении.

**Пример 1:** Определить неравномерность материалопотока между пунктами А и Г. Из таблицы 1.1 видно, что материалопоток в направлении из А в Г равен 400т, а в направлении из Г в А - 300т. В этом случае коэффициент неравномерности материалопотока будет равен:

$$K_n = 400/300 = 1,33$$

Это показывает, что в направлении А - Г перевозят грузов в 1,33 раза больше, чем в направлении Г – А.

Для определения наглядной схемы перемещения грузов между пунктами отправки и назначения строятся эпюры материалопотоков. С ее помощью определяется транспортная работа и устанавливается наиболее выгодное расположение стоянок транспорта.

Показатели, которые рассчитываются при построении эпюры материалопотока:

$$\Sigma P = \Sigma Q_i L_i; \text{ и } L_{\text{ср}} = \Sigma P / \Sigma Q, \quad (1.2)$$

где:  $Q_i$  – объем перевозки между  $i$ -тыми пунктами, т;

$L_i$  – расстояние перевозок между  $i$ -тыми пунктами, км;

$L_{\text{ср}}$  – среднее расстояние перевозок, км

**Пример 2:** Построить эпюру материалопотока по данным показанным в таблице 1.2, если известны расстояния перевозок между пунктами  $L_{А-Б} = 15$ км;  $L_{Б-В} = 20$  км;  $L_{В-Г} = 30$  км.

Таблица 1.2 - Исходные данные для построения эпюры грузопотока

Пункты отправления	Пункты назначения				Вывоз груза, т
	А	Б	В	Г	

А	*	200	300	400	900
В	100	*	200	300	600
В	200	300	*	100	600
Г	300	100	200	*	600
Получено груза, т	600	600	700	800	2700

Решение:

1 Определяем объем перевозок в направлениях:

$$\Sigma Q_{A-G} = Q_{AB} + Q_{BA} + Q_{AG} + Q_{BB} + Q_{BG} + Q_{BG} = 200+300+400+200+300+100 = 1500\text{т}$$

$$\Sigma Q_{G-A} = Q_{GA} + Q_{GB} + Q_{GB} + Q_{BA} + Q_{BB} + Q_{BA} = 300+100+200+200+300+100 = 1200\text{т}$$

$$\text{Общий объем перевозок: } \Sigma Q = \Sigma Q_{A-G} + \Sigma Q_{G-A} = 1500\text{т} + 1200 = 2700\text{т.}$$

2 Определяем транспортную работу в направлениях:

$$\Sigma P_{A-G} = Q_{AB}L_{A-B} + Q_{BA}L_{A-B} + Q_{AG}L_{A-G} + Q_{BB}L_{B-B} + Q_{BG}L_{B-G} + Q_{BG}L_{B-G} = 200 \cdot 15 + 300 \cdot 35 + 400 \cdot 65 + 200 \cdot 20 + 300 \cdot 50 + 100 \cdot 30 = 61500 \text{ ткм}$$

$$\Sigma P_{G-A} = Q_{GA}L_{G-A} + Q_{GB}L_{G-B} + Q_{GB}L_{G-B} + Q_{BA}L_{B-A} + Q_{BB}L_{B-B} + Q_{BA}L_{B-A} = 300 \cdot 65 + 100 \cdot 50 + 200 \cdot 30 + 200 \cdot 35 + 300 \cdot 20 + 100 \cdot 15 = 44000 \text{ ткм}$$

$$\text{Тогда общая транспортная работа будет: } \Sigma P = \Sigma P_{A-G} + \Sigma P_{G-A} = 61500 + 44000 = 105500 \text{ ткм.}$$

3 Определим среднее расстояние перевозок:

$$L_{\text{ср}} = \Sigma P / \Sigma Q = 105500 / 2700 = 39 \text{ км}$$

4 Построение эпюры грузопотоков:

При построении эпюры мы имеем два направления продвижения материало потока (АГ и ГА). Примем, что вверх от нулевой отметки будем откладывать то направление, которое имеет наибольший объем перевозок по срав-

нению с другим. Эпюра строится в координатах «объем перевозки (ось ординат - Q) – расстояние (ось абсцисс - L)».

Так как  $\Sigma Q_{A-G} = 1500\text{т} > \Sigma Q_{Г-А} = 1200\text{т}$ , то направление АГ откладываем вверху от оси абсцисс. Эпюра строится в выбранных масштабах  $\mu_Q$  и  $\mu_L$ . Для удобства построения начинают с самого дальнего объема перевозок, постепенно переходя к ближним. Полученное пространство между осью абсцисс и проведенной линией штрихуется. Затем от имеющегося объема перевозок откладывается следующий по ранжиру объем перевозок.

Полученное пространство штрихуется. Аналогично строятся последующие объемы перевозок. Нижняя часть эпюры строится таким же способом. Полученное построение эпюры приведено на рисунке 1.1.

Из рисунка 1.1 следует, что наиболее выгодным расположением места стоянок транспорта (места расположения автотранспортного предприятия или загрузки) будет центр тяжести эпюры грузопотоков.

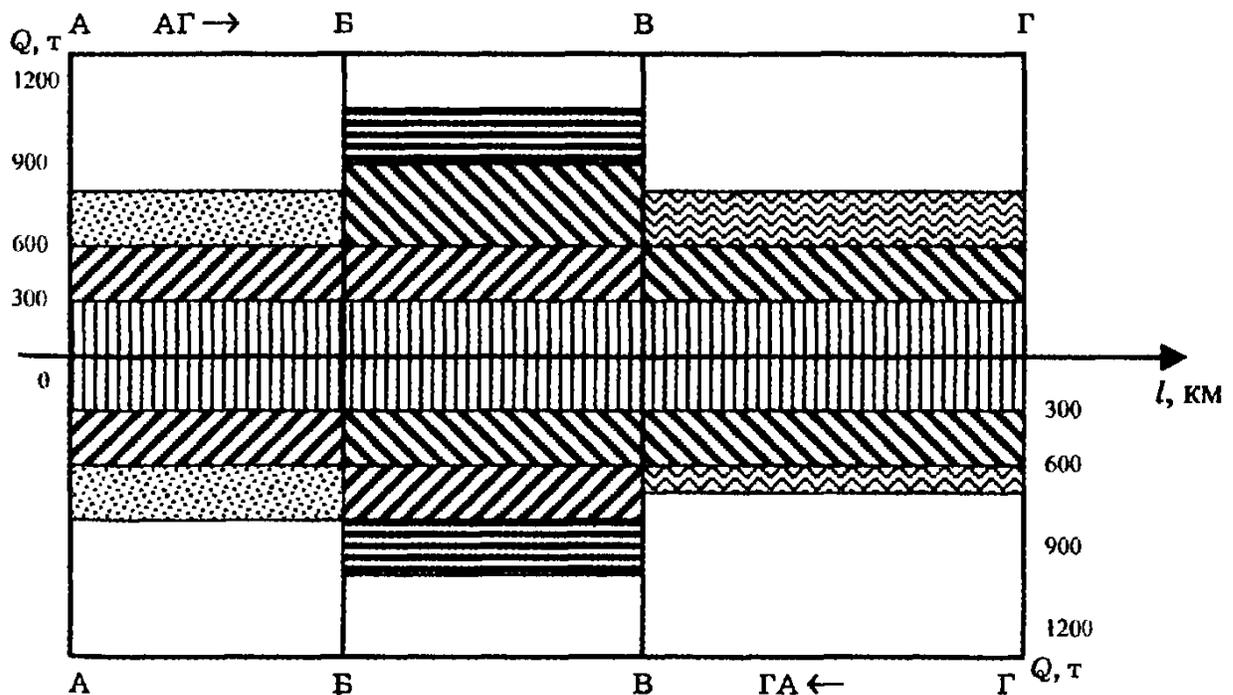


Рисунок 1.1 - Эпюра грузопотоков

**Задание №1:** Построить эпюры грузопотоков и определить среднее расстояние перевозок, минимальный и максимальный коэффициенты неравномерности материалопотоков. Данные для своего варианта взять из таблиц 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 - Расстояния перевозок между пунктами, км

Вариант	Расстояния между пунктами, км				Вариант	Расстояния между пунктами, км			
	А-Б	Б-В	В-Г	Г-Д		А-Б	Б-В	В-Г	Г-Д
01	10	15	20	25	16	20	10	15	5
02	30	35	10	15	17	20	25	40	25
03	20	25	30	35	18	30	35	20	25
04	5	20	25	30	19	5	30	35	20
05	10	30	35	45	20	15	10	10	15
06	25	10	15	30	21	20	25	25	20
07	20	25	10	45	22	20	25	20	25
08	15	25	35	5	23	10	15	15	30
09	10	15	35	40	24	5	30	35	20
10	35	5	25	15	25	10	10	15	25
11	20	20	25	25	26	15	20	25	30
12	20	15	5	10	27	20	25	25	20
13	40	5	20	25	28	10	15	25	40
14	30	10	15	25	29	25	40	10	15
15	35	20	25	10	30	5	20	25	30

Таблица 1.4 - Исходные данные грузопотоков (для всех вариантов)

Пункты отправления	Пункты назначения					Вывоз груза, т
	А	Б	В	Г	Д	
А	*	200	300	400	500	1400
В	100	*	200	300	400	1000
В	200	300	*	500	200	1200
Г	300	200	300	*	200	1000
Д	400	200	100	600	*	1300
Получено груза, т	1000	900	900	1800	1300	<b>5900</b>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

**Тема:** Определение оптимального местонахождения автотранспортного предприятия (2 часа)

### Теоретические положения

Автотранспортное предприятие перевозит грузы различным предприятиям. Одним из условий снижения себестоимости перевозок является минимизация расстояния холостых пробегов, т.е. ездки автомобилей от него до места нахождения клиента (мест дислокации грузов: склада, терминала, производственного предприятия и т.д.)

Указанное условие решается методом центра тяжести грузовых потоков, аналогично задач определения центра тяжести плоской фигуры в дисциплине «Сопротивление материалов».

$$X_a = \frac{\sum Q_i X_i}{\sum Q} \quad (2.1)$$

$$Y_a = \frac{\sum Q_i Y_i}{\sum Q} \quad (2.2)$$

**Пример:** Определить координаты оптимального местонахождения автотранспортного предприятия при следующем расположении клиентов (таблица 2.1). В таблице даны значения расстояний по осям X и Y, и объем грузов Q у них.

Таблица 2.1 - Координаты клиентов и объем перевозок от них

Клиенты	X, км	Y, км	Q, т
1	76	159	168
2	201	856	201
3	537	159	386
4	403	604	252
5	319	445	285
6	520	705	420
7	218	487	219

### Решение:

1 Нанесем на лист бумаги в масштабе координатные оси  $X_i$  и  $Y_i$  и отметим места расположения клиентов с указанием объема грузов  $Q_i$ .

2 По выражениям 2.1 и 2.2 вычислим координаты  $X_a$  и  $Y_a$  местонахождения автогаража:

$$X_a = (76 \cdot 168 + 201 \cdot 201 + 537 \cdot 386 + 403 \cdot 252 + 319 \cdot 285 + 520 \cdot 420 + 218 \cdot 219) : (168 + 201 + 386 + 252 + 285 + 420 + 219) = 372,38 \text{ км}$$

$$Y_a = (159 \cdot 168 + 856 \cdot 201 + 159 \cdot 386 + 604 \cdot 252 + 445 \cdot 285 + 705 \cdot 420 + 487 \cdot 219) : (168 + 201 + 386 + 252 + 285 + 420 + 219) = 487,79 \text{ км.}$$

3 Отметим полученные значения  $X_a$  и  $Y_a$  на схеме.

*Примечание:* На практике оптимальное расположение автотранспортного предприятия до мест дислокации грузов зависит от качества и геометрических параметров дорог. Поэтому для оптимизации мест расположения автотранспортного предприятия используют методы расчетов, применяемые при линейном программировании и сетевые графики.

**Задание №1:** Определить координаты оптимального местонахождения автотранспортного предприятия. Данные для своего варианта взять из таблицы 2.1

Варианты	Клиенты																	
	1			2			3			4			5			6		
	X, км	Y, км	Q, т	X, км	Y, км	Q, т	X, км	Y, км	Q, т	X, км	Y, км	Q, т	X, км	Y, км	Q, т	X, км	Y, км	Q, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	205	356	76	159	105	705	236	218	218	76	287	236	400	250	403	200	500	130
2	487	176	201	256	487	487	452	178	178	201	168	452	487	201	319	280	205	720
3	127	201	537	159	127	127	122	403	480	240	400	130	120	240	520	201	280	220

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
445	205	159	260	159	218	520	319	403	537	201	276
445	310	159	360	159	127	487	505	520	319	403	537
520	320	403	445	604	159	460	159	218	520	319	403
520	319	403	290	201	376	350	178	487	705	445	300
218	420	319	400	537	201	276	159	218	520	319	400
380	325	445	604	159	856	159	319	403	537	201	576
256	159	218	319	403	537	201	276	127	487	705	176
376	127	487	305	168	487	705	445	604	159	856	159
236	127	487	705	319	403	240	201	76	127	487	705
159	487	255	445	310	159	250	159	218	520	319	403
218	520	319	403	120	201	403	178	218	376	127	487
127	487	705	445	604	159	856	159	403	178	220	720
218	380	127	487	305	168	487	319	403	537	201	270
325	487	500	445	304	159	340	159	218	520	319	403
218	520	319	403	537	201	450	122	452	236	159	218
125	487	450	445	210	159	160	159	520	319	403	237
148	252	350	122	450	236	320	403	537	201	76	120
537	201	760	856	125	487	705	445	604	159	856	159

27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
452	236	487	205	445	302	159	156	159	351	487	405
304	159	456	159	218	520	319	403	537	201	487	405
452	236	487	705	445	604	159	856	159	459	159	218
319	403	537	201	276	127	487	310	476	122	452	236
236	173	487	205	445	302	159	456	159	445	304	159
445	604	159	856	159	487	705	445	604	159	856	287
220	319	403	537	201	218	520	319	403	537	201	176
350	159	156	159	456	159	218	200	319	403	537	201
319	403	537	201	776	420	445	604	159	400	122	452
380	325	487	305	445	257	159	256	159	300	445	204
520	319	403	537	201	400	127	487	205	403	178	218
218	520	319	403	120	218	520	319	403	537	201	256
400	159	200	319	403	440	201	276	127	487	403	178
159	286	122	452	236	276	127	487	310	168	287	380
604	159	476	127	487	705	168	487	476	122	452	236
180	218	445	204	159	487	705	445	302	159	256	159
220	520	319	403	178	218	520	319	403	537	220	476
319	403	537	201	500	480	445	604	159	520	319	403

30	29	28
234	176	122
487	255	445
440	576	122
445	190	159
576	122	452
100	487	705
300	405	218
487	500	445
240	218	520
250	200	287
200	250	218
256	127	159
450	300	445
300	445	224
650	500	445
160	220	400
220	400	160
700	220	520

**Примечание:** Схему расположения клиентов и координаты автотранспортного предприятия выполнить на листе формата А4.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

**Тема:** Прогнозирование материалопотока (3 часа)

### Теоретические положения

Для прогнозирования материалопотока необходимо подобрать наиболее подходящее из известных математических уравнений функций (прямую, гиперболу, параболу и др.). Эти уравнения определяются на основании графиков, которые строятся по отчетным данным (динамическим рядам). Рассмотрим эти уравнения.

1 Уравнение прямой имеет следующий вид:

$$y_x = a + bx \quad (3.1)$$

где:  $y_x$  – результирующий признак;

$x$  – период времени;

$a$  и  $b$  – параметры прямой.

Нахождение параметров  $a$  и  $b$  производится на основе выравнивания по способу наименьших квадратов, которые приводят к системе двух линейных уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} na + b\sum x = \sum y \\ a\sum x + b\sum x^2 = \sum xy \end{cases} \quad (3.2)$$

Решая эти уравнения находим:

$$a = (\sum y \sum x^2 - \sum xy \sum x) / (n \sum x^2 - \sum x \sum x); \quad b = (n \sum xy - \sum x \sum y) / (n \sum x^2 - \sum x \sum x) \quad (3.2a)$$

В целях облегчения нахождения параметров  $a$  и  $b$  систему можно упростить. Для этого отчет времени следует вести так, чтобы сумма показателей времени ряда  $\sum x = 0$ . Чтобы  $\sum x = 0$ , в рядах с нечетным числом членов ( $n$ ) центральный член принимается за нуль, а члены, идущие от него вверх получают номера 1, 2, 3 и т.д со знаком минус, а идущие вниз 1,2,3 и т.д со знаком плюс. Например, при числе членов  $n=5$  ряд будет иметь вид: -2;-1;0;+1; +2.

Если число членов четное, рекомендуется занумеровать члены верхней половины ряда числами со знаком минус, числа нижней половины этими же

цифрами, но со знаком плюс. Например, при  $n=6$ , ряд будет иметь вид: -3; -2; -1; +1; +2; +3.

В обоих случаях  $\Sigma x = 0$ .  $(-2)+(-1)+0+1+2=0$ ;  $(-3)+(-2)+(-1)+1+2+3=0$

При этом система уравнений (2.2) примет вид:

$$\begin{cases} na = \Sigma y \\ b \Sigma x^2 = \Sigma xy \end{cases} \quad (3.2б)$$

Отсюда:

$$a = \Sigma y/n; \quad b = \Sigma xy / \Sigma x^2 \quad (3.2в)$$

Из приведенных формул видно, что для нахождения параметров уравнения прямой необходимо знать величины  $\Sigma y$ ;  $\Sigma xy$ ;  $\Sigma x^2$

2 Члены динамического ряда обнаруживают тенденцию роста по геометрической прогрессии, выравнивание такого ряда проводят по показательной кривой:

$$y_x = a + b^x \quad (3.3)$$

где:  $x$  – рассматриваемый период;

$a$  – начальный уровень ряда (при  $x=0$ );

$b$  – темп роста за единицу времени.

Техника выравнивания по показательной кривой аналогична выравниванию по прямой.

3 Члены динамического ряда имеют вид параболы 2-го порядка:

$$y_x = a + bx + cx^2 \quad (3.4)$$

где:  $a, b, c$  – параметры, которые находятся из системы нормальных уравнений по выражениям, получаемым способом наименьших квадратов:

$$\left. \begin{aligned} na + b \Sigma x + c \Sigma x^2 &= \Sigma y \\ a \Sigma x + b \Sigma x^2 + c \Sigma x^3 &= \Sigma xy \\ a \Sigma x^2 + b \Sigma x^3 + c \Sigma x^4 &= \Sigma x^2 y \end{aligned} \right\} \quad (3.5)$$

Если время обозначим таким образом, что  $\Sigma x = 0$ . В этом случае  $\Sigma x^3 = 0$ , тогда уравнение примет вид:

$$\left. \begin{aligned} na + c \Sigma x^2 &= \Sigma y \\ b \Sigma x^2 &= \Sigma xy \\ a \Sigma x^2 + c \Sigma x^4 &= \Sigma x^2 y \end{aligned} \right\} \quad (3.6)$$

Решая систему уравнений (2.6) получим:

$$a = \frac{\sum y \sum x^4 - \sum x^2 y \sum x^2}{n \sum x^4 - \sum x^2 \sum x^2}; \quad b = \frac{\sum xy}{\sum x^2};$$

$$c = \frac{n \sum x^2 y - \sum x^2 \sum y}{n \sum x^4 - \sum x^2 \sum x^2}.$$
(3.7)

4 Члены динамического ряда имеют вид гиперболы:

$$y_x = a + b/x \quad (3.8)$$

Для этой зависимости способ наименьших квадратов дает такую систему нормальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} na + b \sum \frac{1}{x} &= \sum y \\ a \sum \frac{1}{x} + b \sum \frac{1}{x^2} &= \sum \frac{y}{x} \end{aligned} \right\} \quad (3.9)$$

Решая систему уравнений (2.9) способом определителей, находим:

$$a = \frac{\sum y \sum \left(\frac{1}{x}\right)^2 - \sum \frac{1}{x} \sum \frac{y}{x}}{n \sum \left(\frac{1}{x}\right)^2 - \sum \frac{1}{x} \sum \frac{1}{x}}; \quad b = \frac{n \sum \frac{y}{x} - \sum \frac{1}{x} \sum y}{n \sum \left(\frac{1}{x}\right)^2 - \sum \frac{1}{x} \sum \frac{1}{x}}.$$
(3.10)

**Пример 1.** За период с 2000 по 2006 гг известен динамический ряд грузооборота регионального склада (таблица 3.1). Сделайте прогноз грузооборота 2009 и 2010гг.

Таблица 3.1 - Товарооборот регионального склада

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
n	1	2	3	4	5	6	7
Грузооборот	130	148	170	190	201	225	250

**Решение:** По данным таблицы 3.1 строим график грузооборота за 2000-2006 годы (рисунок 3.1). Для определения функциональной зависимости грузооборота от года отметим на координатной сетке точки соответствия грузооборота годам (кружки). Через полученные точки проведем линию тренда (сплошная линия). Из нее видно, что характер изменения грузооборота представляет собой уравнение прямой вида:

$$y_x = a + bx$$

Для расчета параметров  $a$  и  $b$  составим таблицу 3.2, в которой проведем статистическую обработку исходных показателей.

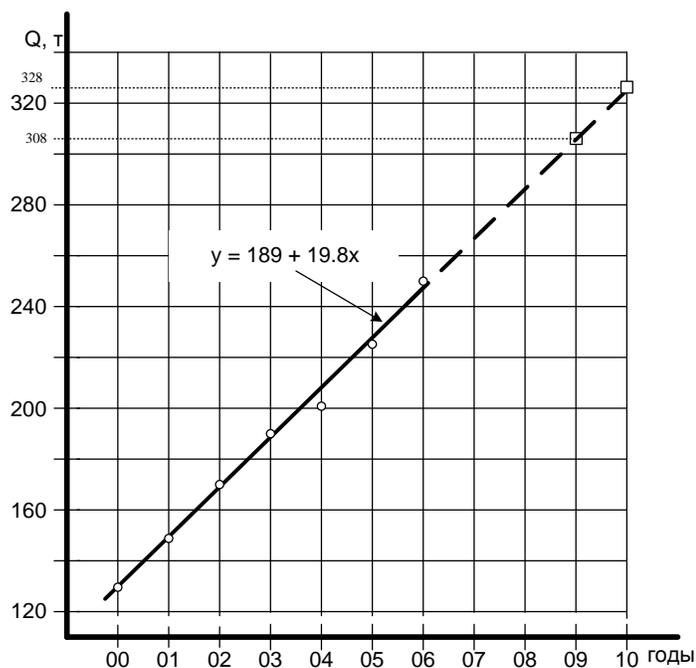


Рисунок 3.1 - График товарооборота

Таблица 3.2 - Расчет параметров уравнения прямой прогнозирования грузооборота

Годы	$y_{\text{факт}}$ (товарооборот, т)	$x$	$x^2$	$xy$	$y_{\text{теор}} = a + bx$
1	2	3	4	5	6
2000	130	-3	9	-390	129,6
2001	148	-2	4	-296	149,4
2002	170	-1	1	-170	169,2
2003	190	0	0	0	190,0
2004	201	+1	1	201	208,8
2005	225	+2	4	450	228,6
2006	250	+3	9	750	248,8
	$\Sigma y = 1323$	$\Sigma x = 0$	$\Sigma x^2 = 28$	554	$\Sigma y_{\text{теор}} = 1324$
2007		+4			268,2
2008		+5			288,0
2009		+6			307,8
2010		+7			327,6

Используя выражение (3.2в) получим:

$$a = \Sigma y / n = 1323 / 7 \approx 189; \quad b = \Sigma xy / \Sigma x^2 = 554 / 28 \approx 19,8$$

Следовательно, искомое уравнение будет иметь вид:  $y_{\text{теор}} = 189 + 19,8x$

Зная уравнение зависимости грузооборота от рассматриваемого года, заполним теоретические уровни грузооборота (таблица 3.2 графа б) с 2000 по 2006гг. Сопоставление граф 2 и 6 по каждому году незначительно отличаются, что показывает правильность выбора математического уравнения.

Для прогнозирования грузооборота необходимо продолжить графы 1 и 3, числами соответствующими прогнозируемому периоду. Для 2009 года  $x=+6$ , для 2010г  $x=+7$ . Тогда прогнозируемый грузооборот соответственно в 2009 и 2010годах будет равен:

$$y_{2009} = 189 + 19,8 \cdot 6 = 307,8т; \quad y_{2010} = 189 + 19,8 \cdot 7 = 327,6т$$

**Пример 2.** За период 2002-2007гг известен динамический ряд грузоперевозок автотранспортным предприятием (таблица 3.3). сделайте прогноз перевозок на 2010г

Таблица 3.3 - Объем перевозок автотранспортного предприятия за 2002-2007гг

Годы	2002	2003	2004	2005	2006	2007
n	1	2	3	4	5	6
Объем перевозок, тыс.тонн	5398	5718	6132	6885	7647	8518

**Решение.** По данным таблицы 3.3 строим график перевозок за 2002-2007 гг. (рисунок 3.2).

Для определения функциональной зависимости грузоперевозок от года отметим на координатной сетке точки соответствия товарооборота годам (кружки). Через полученные точки проведем линию тренда (сплошная линия). Из нее видно, что характер изменения товарооборота представляет собой уравнение параболы, которая имеет вид:

$$y_x = a + bx + cx^2$$

Для расчета параметров  $a$ ,  $b$  и  $c$  составим таблицу 3.4, и проведем статистическую обработку исходных показателей. Из нее согласно выра-

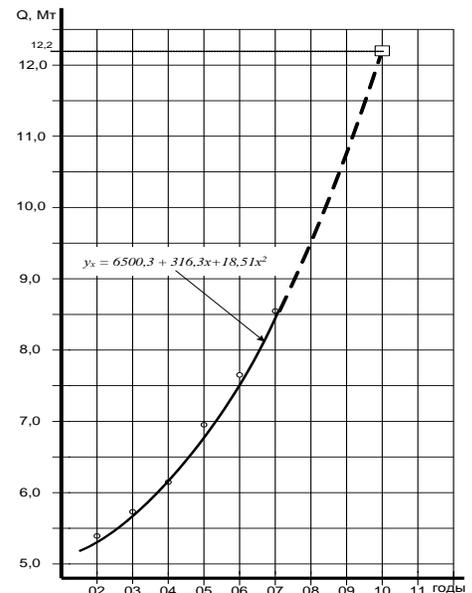


Рисунок 3.2 -График грузо-перевозок

жения 3.7 определим значения параметров  $a$ ,  $b$  и  $c$ .

Таблица 3.4 - Расчет параметров уравнения прямой прогнозирования грузо-перевозок

Годы	У <sub>факт</sub> , тыс т	x	x <sup>2</sup>	x <sup>4</sup>	xу	x <sup>2</sup> у	У <sub>теор</sub> , тыс т
1	2	3	4	5	6	7	8
2002	5 398	-5	25	625	-26 990	134 950	5 382
2003	5 718	-3	9	81	-17 154	51 462	5 718
2004	6 132	-1	1	1	-6 132	6 132	6 202
2005	6 885	+1	1	1	6 885	6 885	6 835
2006	7 647	+3	9	81	22 941	68 823	7 616
2007	8 518	+5	25	625	42 590	212 950	8 545
Σ	40 298	0	70	1 414	22 140	481 202	40 298
2008		+7					9 611,4
2009		+9					10 846,3
2010		+11					12 219,3

Отсюда:

$$a = (40\,298 \cdot 1\,414 - 481\,202) / (6 \cdot 1\,414 - 70^2) \approx 6\,500,3; \quad b = 22\,140 / 70 \approx 316,3;$$

$$c = (6 \cdot 481\,202 - 70 \cdot 40 \cdot 40\,298) / (6 \cdot 1\,414 - 70^2) \approx 18,51$$

Таким образом, уравнение параболы для исходных значений грузоперевозок имеет вид:

$$y_{\text{теор}} = 6500,3 + 316,3x + 18,51x^2$$

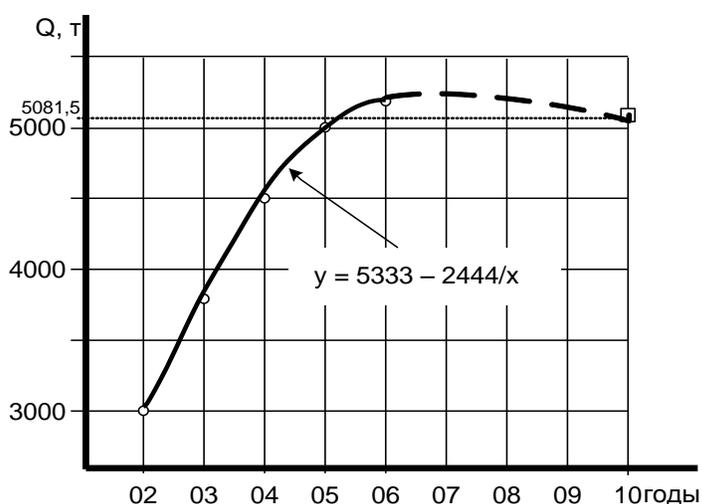
Подставив в эту формулу требуемые значения  $x$  найдем значения  $y$  для всего динамического ряда (таблица 3.4 графа 8). Сопоставление граф 2 и 8 по каждому году незначительно отличаются, что показывает правильность выбора математического уравнения. Для прогнозирования товарооборота необходимо продолжить графы 1 и 3, числами соответствующими прогнозируемому периоду. Для 2010 года  $x=+11$ . Тогда прогнозируемый товарооборот в 2010г будет равен:

$$y_{2010} = 6\,500,3 + 316,3 \cdot 11 + 18,51 \cdot 11^2 = 12\,219,3 \text{ тыс тонн}$$

**Пример 3.** За период 2002-2007гг удельный показатель объема перевозок, отнесенный на 1млн тенге товарооборота, показан в таблице 3.5. Сделайте прогноз перевозок на 2010год.

Таблица 3.5 - Удельный объем грузоперевозок

Годы	2002	2003	2004	2005	2006	2007
n	1	2	3	4	5	6
Объем перевозок, т/млн тенге	3000	3800	4500	4700	5000	5200



**Решение:** Для определения функции-ональной зависимости грузоперевозок от года отметим на координатной сетке точки в соответствии годам.

Через полученные точки проведем линию тренда (рисунок 3.3).

Из рисунка 3.3 видно, что характер изменения товарооборота представляет собой уравнение гиперболы, которая имеет вид:

уравнение гиперболы, которая имеет вид:

$$y_{теор} = a + b/x$$

Для нахождения параметров  $a$  и  $b$ , составим таблицу 3.6 и используем уравнение 3.2а.

Рисунок 3.3 - График грузоперевозок

Таблица 3.6 - Расчет параметров гиперболы для определения объема перевозок

Годы	x	У <sub>факт</sub> , т/млн ТНГ	1/x	(1/x) <sup>2</sup>	y/x	У <sub>теор</sub>
1	2	3	4	5	6	7
2002	1	3000	1	1	3000	2909
2003	2	3800	0,5	0,25	1900	4131

2004	3	4500	0,33	0,109	1500	4539
2005	4	4700	0,25	0,062	1200	4742
2006	5	5000	0,2	0,04	1000	4864
2007	6	5200	0,17	0,029	860	4946
Σ	21	26200	2,45	1,491	9460	26131
2008	7					5004,0
2009	8					5047,5
2010	9					5081,5

Отсюда:

$$a = (26200 \cdot 1,491 - 2,45 \cdot 9460) / (6 \cdot 1,491 - 2,45^2) = 5333;$$

$$b = (6 \cdot 9460 - 2,45 \cdot 26200) / (6 \cdot 1,491 - 2,45^2) = -2444$$

Таким образом, уравнение гиперболы, описывающее объем грузоперевозок имеет вид:

$$y_{\text{теор}} = 5333 - 2444/x$$

В 2010г удельный объем перевозок будет составлять:  $y_{2010} = 5333 - 2444/9 = 5081,5$  т

**Задание №3.** Сделайте прогноз перевозок на 2009 и 2010 годы, используя данные, приведенные в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Годовой объем грузоперевозок автотранспортного предприятия, тыс тонн

Вариант	Годы						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	2	3	4	5	6	7	7
1	120	141	158	180	201	220	245
2	110	122	134	145	155	166	172
3	99	118	139	161	182	201	219
4	90	118	152	179	212	241	269
5	81	95	111	125	142	159	178
6	71	97	108	132	151	174	205
7	60	82	106	119	141	164	183
8	50	81	112	144	167	204	228
9	40	79	118	164	206	241	283
10	34	54	72	95	106	122	144

11		5400	5720	6152	6900	7747	8550
12		54	56	62	70	76	84
13	502	1050	1620	2240	2950	3600	
14	240	502	804	1110	1520	1875	3471
15		470	991	1550	2150	2800	
16		162	370	618	901	1250	1611
17	260	580	975	1440	1963	2560	
18	411	670	991	1370	1820	2345	
19		410	690	1031	1451	1950	2520
20		430	650	921	1231	1584	1970
21	5210	5300	5320	5340	5350		
22	4180	4280	4310	4330	4335		
23		2750	2800	2815	2820	2826	
24	3390	3440	3450	3462	3465		
25	5192	5340	5390	5400	5430		
26		6080	6170	6190	6210	6215	
27	4870	5200	5310	5360	5400		
28	3370	3450	3470	3485	3492		
29		6350	7450	7810	7990	8100	
30		4940	6230	6660	6880	7010	

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

**Тема:** Технические показатели работы автопарка (3 часа)

### Теоретические положения

Работа автопарка характеризуется следующими показателями:

- коэффициент технической готовности автопарка -  $\alpha_T$ ;
- коэффициент эксплуатации автопарка -  $\alpha_Э$ ;
- коэффициент использования автомобилей -  $\alpha_{и}$ ;
- среднесписочный парк автомобилей -  $N_{сп}$

Коэффициент технической готовности автопарка определяется по формуле:

$$\alpha_T = N_{тиД} / N_{спД}, \quad (4.1)$$

где:  $N_{тиД}$  – машинодни технически исправных автомобилей;  
 $N_{спД}$  – списочные машинодни.

Коэффициент эксплуатации автопарка определяется по формуле:

$$\alpha_Э = N_{экДэк} / N_{спД}, \quad (4.2)$$

где:  $N_{экДэк}$  – машинодни автомобилей в эксплуатации;

Коэффициент использования автомобилей определяется по формуле:

$$\alpha_{и} = N_{экДэк} / N_{спДр}, \quad (4.3)$$

где:  $N_{экДэк}$  – машинодни технически исправных автомобилей;  
 $N_{спДр}$  – машинодни автомобилей в работе.

Списочные машинодни ( $N_{спД}$ ) находят по выражению:

$$N_{спД} = N_{аДг} + \sum N_{i пок} Д_i - \sum N_{j уб} Д_j, \quad (4.4)$$

где:  $N_a$ ;  $N_{i \text{ пок}}$ ;  $N_{j \text{ уб}}$  – соответственно количество автомобилей на начало года, приобретаемых и списываемых в течение года

$D_g$ ;  $D_i$ ;  $D_j$  – соответственно число дней в году, числа дней нахождения приобретаемых и списываемых автомобилей в автопарке

Машинодни технически исправных автомобилей ( $N_{\text{ти}}D_{\text{ти}}$ ) находят по выражению:

$$N_{\text{ти}}D_{\text{ти}} = N_{\text{сп}}D - \sum N_{\text{р}}D_{\text{р}} \quad (4.5)$$

где:  $N_{\text{р}}$  и  $D_{\text{р}}$  – соответственно количество автомобилей на ремонте и продолжительность их нахождения на ремонте

Машинодни автомобилей в эксплуатации ( $N_{\text{эк}}D_{\text{эк}}$ ) находят по выражению:

$$N_{\text{эк}}D_{\text{эк}} = N_{\text{сп}}D - N_{\text{ти}}D_{\text{ти}} - \sum N_{\text{пр}}D_{\text{пр}} - N_{\text{сп}}D_{\text{вых}}$$

где:  $N_{\text{пр}}$  – количество автомобилей на простое;  
 $D_{\text{пр}}$  и  $D_{\text{вых}}$  – соответственно число дней простоя и выходных и праздничных дней.

В Казахстане можно принять  $D_{\text{вых}} = 52 \cdot 2 + 11 = 115$  дней

**Пример:** Определить плановые технико-эксплуатационные показатели состава и состояния парка, если на конец текущего года на балансе предприятия числится 100 автомобилей, в первом квартале планируется приобрести 10 автомобилей и списать с баланса 5, во втором, соответственно, – 7 и 9, в третьем – 5 и 4, в четвертом – 4 и 8.

В техническом обслуживании и ремонте по опыту текущего года ежедневно находилось 14 автомобилей, простаивало в связи с отсутствием водителей и по другим причинам 5 автомобилей.

Условно принять: подвижной состав поступает и списывается в середине квартала и для прибывающего подвижного состава выделяется 7 дней на ввод его в эксплуатацию (получение, регистрация, обкатка).

**Решение:** С учетом таких предпосылок число машинодней списочных

$$N_{\text{сп}} = 100 \cdot 365 + 10 \cdot (45 + 91 + 92 + 92 - 7) - 5 \cdot (45 + 91 + 92 + 92) + 7 \cdot (45 + 92 + 92 - 7) - 9 \cdot (45 + 92 + 92) + 5 \cdot (46 + 92 - 7) - 4 \cdot (46 + 92) + 4 \cdot (46 - 7) - 8 \cdot 46 = 36500 + 3130 - 1600 + 1554 - 2061 + 655 - 522 + 156 - 368 = 37444.$$

Среднесписочный парк

$$N_{\text{сп ср}} = 37444 / 365 = 102.$$

Машинодни в ремонте

$$\Sigma N_{\text{р}} D_{\text{р}} = 14 \cdot 365 = 5110.$$

Машинодни технически исправные

$$N_{\text{ти}} D_{\text{ти}} = 37444 - 5110 = 32334.$$

Машинодни в простое

$$\Sigma N_{\text{пр}} D_{\text{пр}} = 5 \cdot 365 = 1825.$$

Машинодни в эксплуатации

$$N_{\text{эк}} D_{\text{эк}} = 37444 - 5110 - 1825 - 102(52 \cdot 2 + 11) = 18780.$$

Показатели состояния и использования парка подвижного состава:

$$\alpha_{\text{т}} = 32334 / 37444 = 0,86;$$

$$\alpha_{\text{э}} = 18780 / 37444 = 0,50;$$

$$\alpha_{\text{и}} = 18780 / [102 \cdot (365 - 115)] \approx 0,74$$

**Задание №4.** Определить плановые технико-эксплуатационные показатели состава и состояния парк, используя данные, приведенные в таблице 4.1.

При решении условно принять: подвижной состав поступает и списывается в середине квартала и для прибывающего подвижного состава выделяется 5 дней на ввод его в эксплуатацию (получение, регистрация, обкатка).

Таблица 4.1 - Варианты заданий для расчета показателей автопарка

Вариант	Кол-во автомобилей на начало года, N <sub>а</sub>	Движение подвижного состава в кварталах								ТО и Р	Простои
		поступление				списание					
		1	2	3	4	1	2	3	4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	70	3	4	5	3	2	4	5	4	3	2
2	75	4	4	4	2	2	4	4	5	2	3
3	80	5	7	4	2	4	2	5	6	3	4
4	85	4	5	6	7	5	6	7	8	5	6
5	90	8	-	5	6	9	4	6	-	4	7
6	95	-	4	8	2	5	7	3	2	5	6
7	100	7	6	9	-	4	6	3	8	12	10
8	105	10	-	8	6	10	6	4	-	7	6
9	110	4	4	14	2	12	4	4	5	2	3
10	115	5	7	4	2	4	2	5	6	3	4
11	120	7	-	9	6	4	6	3	8	2	3
12	125	-	10	8	6	10	-	4	6	4	3
13	130	7	-	9	6	4	6	3	8	2	3
14	135	-	10	8	6	10	-	4	6	4	3
15	140	7	-	9	6	4	6	3	8	2	3
16	70	7	-	9	6	4	6	3	8	2	3
17	75	-	10	8	6	10	-	4	6	4	3
18	80	5	-	14	2	4	2	15	6	7	5
19	85	14	5	6	17	15	16	7	8	8	7
20	90	8	12	15	6	9	14	6	6	6	8
21	95	19	4	8	12	5	17	13	2	9	8
22	100	7	8	9	6	4	6	3	8	10	6
23	105	5	10	8	6	10	4	4	6	7	8
24	110	14	4	6	2	12	4	4	15	12	13
25	115	5	17	4	2	4	2	15	6	13	14
26	120	-	-	9	6	4	6	3	8	8	10
27	125	-	12	8	6	10	10	4	6	10	9
28	130	6	10	8	6	-	6	4	10	12	11
29	135	14	4	4	12	2	14	14	5	13	15

30	140	15	7	4	12	14	2	15	6	8	14
----	-----	----	---	---	----	----	---	----	---	---	----

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

**Тема:** Эксплуатационные показатели работы автомобильного транспорта (3 часа)

### Теоретические положения

Транспортный процесс грузового автомобиля состоит из: подготовки груза к перевозке, погрузки, перемещений автотранспорта с грузом, разгрузка и сдача груза, перемещений автомобиля от автопарка к месту погрузки груза и обратно в автопарк.

Работа подвижного состава включает отдельные циклы – ездки и обороты.

*Ездка* – законченный цикл транспортной работы (погрузка груза, движение с грузом и разгрузка).

*Оборот* – включает одну или несколько ездок, причем автомобиль должен возвратиться в начальный пункт погрузки.

Транспортное средство оценивается по следующим показателям:

- грузоподъемность, т. Грузоподъемность транспортного средства указана в технической характеристике или паспорте завода-изготовителя автомобиля;

- производительность. Производительность автомобиля характеризуется числом перевезенных тонн груза или выполненной транспортной работой в тонно-километрах в единицу времени;

- коэффициент использования грузоподъемности, который подразделяется на два вида - статический и динамический. Они зависят от следующих факторов: объемной массы груза, класса груза, приспособления автомобиля для перевозки данного вида груза, укладки и увязки груза в кузове и т.д.;

- средняя техническая скорость, км/ч;

- средняя эксплуатационная скорость, км/ч;

- пробег автомобиля, км. Различают следующие виды пробега: нулевой ( $l_0$ ) – проезд от автопарка к месту первой погрузки груза и от последнего места выгрузки груза до автопарка; холостой ( $l_x$ ) – пробег автомобиля без груза и пробег с грузом ( $l_{cp}$ );

- коэффициент использования пробега;

- среднее расстояние перевозок ( $l_{cp}$ ), км

Производительность автомобиля ( $Q_a$ , т/час) определяется по выражению:

$$Q = q_a \gamma_{cm} n_p / T_p \quad (5.1)$$

где:  $q_a$  – грузоподъемность автомобиля, т;  $\gamma_{ст}$  – статический коэффициент использования грузоподъемности;  $n_p$  – число ездов с грузом;  $T_p$  – время с момента выезда автомобиля из автопарка до возвращения, час

Производительность автомобиля ( $W_a$ , ткм/час) определяется по выражению:

$$W_a = q_a \gamma_{дин} l_{сп} n_p / T_p \quad (5.2)$$

где:  $\gamma_{дин}$  – динамический коэффициент использования грузоподъемности;

$l_{сп}$  – пробег автомобиля с грузом, км

Статический коэффициент использования грузоподъемности ( $\gamma_{cm}$ ) находят по выражению:

$$\gamma_{cm} = Q_{ф} / q_a n \quad (5.3)$$

где:  $Q_{ф}$  – количество фактически перевезенного груза, т

Динамический коэффициент использования грузоподъемности ( $\gamma_{дин}$ ) находят по выражению:

$$\gamma_{дин} = W_{ф} / q_a l_{сп} \quad (5.4)$$

Средняя техническая скорость ( $v_m$ ) определяют по выражению:

$$v_m = L_{об} / \Sigma t_{дв}, \quad (5.5)$$

где:  $L_{об}$  – общий пробег автомобиля, в км:

$\Sigma t_{дв}$  – продолжительность движения, час

Средняя эксплуатационная скорость ( $v_{э}$ ) определяют по выражению:

$$v_{\text{э}} = L_{\text{об}} / T_p \quad (5.6)$$

Общий пробег автомобиля ( $L_{\text{об}}$ ) находят по выражению, в км за смену, сутки и т.д.:

$$L_{\text{об}} = \Sigma l_o + \Sigma l_x + \Sigma l_{\text{зп}} \quad (5.7)$$

Коэффициент использования пробега ( $\beta_e$ ) находят по выражению:

$$\beta_e = \Sigma l_{\text{зп}} / L_{\text{об}} \quad (5.8)$$

Среднее расстояние перевозок, км

$$l_{\text{ср}} = \Sigma Ql / L_{\text{об}} = (Q_1 l_1 + Q_2 l_2 + Q_3 l_3 + \dots + Q_n l_n) / (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n) \quad (5.9)$$

где:  $Q_i$  - масса, перевезенных грузов на отдельных участках движения,  
т;

$l_i$  - расстояния отдельных участков перевозки грузов, км

Число ездов ( $n_n$ ) находят по выражению:

$$n_n = T_p / t \quad (5.10)$$

где:  $t = t_{\text{дв}} + t_{\text{н-р}}$  – сумма продолжительностей одного цикла движения ( $t_{\text{дв}}$ ) и простоя под погрузкой-разгрузкой ( $t_{\text{н-р}}$ ).

Продолжительность одного цикла движения ( $t_{\text{дв}}$ ) определяется по выражению:

$$t_{\text{дв}} = l_{\text{зп}} / \beta_e v_m \quad (5.11)$$

Тогда, подставив (5.5) и (5.11) в (5.10) получим:

$$n_n = T_p \beta_e v_m / (l_{\text{зп}} + t_{\text{н-р}} \beta_e v_m) \quad (5.10a)$$

**Пример 1.** Определить среднее расстояние перевозки  $l_{cp}$  по следующим показателям:  $Q_1 = 20$ тыс т;  $Q_2 = 40$ тыс т;  $Q_3 = 30$ тыс т;  $Q_4 = 10$ тыс т;  $l_1 = 10$ км;  $l_2 = 20$ км;  $l_3 = 30$ км;  $l_4 = 40$ км

**Решение** (выражение 5.9):

$$l_{cp} = (20*10+40*20+30*30+10*40)/(10+20+30+40) = 23\text{км}$$

**Пример 2.** Определить среднетехническую скорость  $v_m$  автомобиля и количество ездов  $n_n$ , если известно, что время работы  $T_p = 10$ ч, время в движении  $t_{\text{дв}} = 2$ ч, время простоя под погрузку –разгрузку  $t_{n-p} = 0,5$ ч, общий пробег  $L_{\text{об}} = 240$ км.

**Решение:** Используя выражения (5.5 и 5.10) получим:

$$v_m = L_{\text{об}} / \sum t_{\text{дв}} = L_{\text{об}} / n_n(t_{\text{дв}} + t_{n-p}) = L_{\text{об}} / T_p = 240/10 = 24\text{км/ч),}$$

$$n_n = T_p / (t_{\text{дв}} + t_{n-p}) = 10/2,5 = 4 \text{ ездки}$$

**Пример 3.** Автомобиль грузоподъемностью 5т совершил три ездки: за первую он перевез 5т на 30км, за вторую – 4т на 25км, за третью – 2,5т на 10км.

Определить статический коэффициент использования грузоподъемности по каждой езде, статический и динамический коэффициенты за смену.

**Решение:** 1 Используя выражение (5.3) получим значения статического коэффициент использования грузоподъемности по каждой езде:

за первую:  $\gamma_{cm} = 5/5 = 1$ ; за вторую:  $\gamma_{cm} = 4/5 = 0,8$ ; за третью ездку:  $\gamma_{cm} = 2,5/5 = 0,5$ .

2 Используя выражения (5.3 и 5.4) получим значения статического и динамического коэффициентов использования грузоподъемности автомобиля за смену:

$$\gamma_{cm} = (5+4+2,5)/5*3 \approx 0,77; \quad \gamma_{дин} = (5*30+4*25+2,5*10)/5(30+25+10) = 275/325 \approx 0,85$$

**Пример 4.** Автомобиль за день совершил 4 ездки. Показатели приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Исходные данные

Номера ездок	Пробег с грузом, км	Холостой пробег, км
Первая	20	15
Вторая	25	20
Третья	30	10
Четвертая	40	15

Определить общий пробег автомобиля за день; коэффициент использования пробега за день и каждую ездку, если пробег от автопарка до места первой загрузки (первый нулевой пробег) равен 5 км, а пробег от последнего места разгрузки до автопарка (второй нулевой пробег) равен 10км.

**Решение:**

Общий пробег автомобиля за день (выражение 5.7) составит:

$$L_{об} = 20+25+30+40+15+20+10+15+5+10 = 190\text{км}$$

Коэффициенты использования пробега за день и ездам определим по выражению (5.8):

- за смену:  $\beta_e = (20+25+30+40)/190 \approx 0,61$ ;
- по первой езде:  $\beta_e = 20/(20+15) \approx 0,57$ ;
- по второй езде:  $\beta_e = 25/(25+20) \approx 0,56$ ;
- по третьей езде:  $\beta_e = 30/(30+10) = 0,75$ ;
- по четвертой езде:  $\beta_e = 40/(40+15) \approx 0,73$

**Пример 5** Определить количество автомобилей ( $N$ ) для перевозки  $Q = 500\text{т}$  груза первого класса, если известно, что грузоподъемность автомобиля  $q = 5\text{т}$ , время в наряде  $T_p = 8\text{ч}$ , продолжительность одной ездки  $t = 2$  часа.

**Решение:**

Поскольку известно, что применены автомобили одной грузоподъемности и класс груза – первый ( $\gamma=1$ ), то общее количество потребных автомоби-

лей определится как частное от деления общего груза к грузу перевезенного одним автомобилем за рабочий день, т.е.:

$$N = Q/q n_n \gamma = Q t / q T_p \gamma = 500*2/5*8*1 = 25 \text{ автомобилей}$$

**Задание №5.** Определить технико-эксплуатационные показатели автомобиля, используя данные, приведенные в таблице 5.2.

При решении задачи принять первый нулевой пробег 10 км, второй - 5км,

Таблица 5.2 - Варианты заданий для расчета показателей автомобиля

Вариант	Масса груза, т				Расстояние перевозки груза, км				Холостой пробег, км		Грузоподъемность q, т	Класс груза	T <sub>p</sub> , ч
	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	L <sub>x1</sub> =l <sub>x3</sub>	L <sub>x2</sub> +l <sub>x4</sub>			
1	4	8	12	4	12	8	5	5	5	6	5	1	8
2	3	4	8	5	6	8	12	6	4	6	4	2	6
3	6	8	5	4	16	12	10	8	4	4	8	3	8
4	5	4	10	3	12	25	5	15	8	12	3	1	6
5	8	8	12	4	12	25	5	15	6	5	5	2	8
6	6	4	9	6	10	8	10	8	5	6	5	3	6
7	10	15	10	4	10	20	5	15	4	6	4	1	8
8	6	8	6	2	12	15	10	15	4	4	8	2	6
9	6	4	8	6	6	8	6	6	8	12	3	3	10
10	6	8	6	4	12	8	10	6	6	5	5	1	8
11	6	4	8	6	12	8	5	5	5	6	5	2	10
12	4	8	12	4	6	8	12	6	4	6	4	3	8
13	3	4	8	3	16	12	10	8	4	4	8	1	10
14	6	8	5	4	12	25	5	15	8	12	3	2	8
15	5	4	10	3	12	20	5	10	6	5	5	3	10
16	8	8	12	5	10	8	10	8	5	6	5	1	8
17	6	4	9	4	10	20	5	15	4	6	4	2	8
18	10	15	10	8	12	15	10	15	4	4	8	2	6
19	10	15	10	4	6	8	6	6	8	12	3	1	8
20	6	8	6	2	12	8	10	6	6	5	5	2	6
21	6	4	8	6	12	8	5	5	5	6	5	3	8
22	6	8	6	4	6	8	12	6	4	6	4	1	6
23	12	6	4	8	16	12	10	8	4	4	8	2	8
24	3	4	8	3	12	20	5	15	8	12	3	3	6
25	6	8	5	4	12	15	5	20	6	5	5	1	10
26	5	4	10	3	10	8	10	8	5	6	5	2	8

27	8	8	12	5	8	20	5	15	4	6	4	3	10
28	8	8	12	5	12	15	10	15	4	4	8	1	8
29	6	4	9	4	6	8	6	6	8	12	3	2	10
30	10	15	10	8	12	8	10	6	6	5	5	3	8

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6

### Тема Выбор подвижного состава для перевозки грузов (3 часа)

#### Теоретические положения

Выбор типа подвижного состава на маршруте определяет эффективность логистической системы. Критериями выбора при этом являются: равноценное расстояние ( $l_p$ , км) или себестоимость ( $C$ , тенге/ткм) перевозок грузов, приведенные к единице выполненной работы ( $P_e$ ).

А) Выбор подвижного состава по критерию равноценного расстояния  $l_p$  перевозок, определяется по выражению:

$$l_p = \beta v_{m1} v_{m2} (q_1 t_{n-p1} - q_2 t_{n-p2}) / (q_1 v_{m1} - q_2 v_{m2}), \quad (6.1)$$

где:  $\beta$  – коэффициент использования пробега;

$v_{m1}; v_{m2}$  – технические скорости сравниваемых транспортных средств, км/ч;

$q_1; q_2$  – грузоподъемности сравниваемых транспортных средств, т;

$t_{n-p1}; t_{n-p2}$  – время простоя транспортных средств под погрузку и разгрузку, ч.

Полученную величину  $l_p$  сравнивают с расстоянием перевозки  $l_{cm}$ :

1) если расстояние перевозки меньше равноценного, т.е.  $l_{cm} < l_p$ , то следует применять транспортное средство у которого время простоя  $t_{n-p}$  под погрузку и разгрузку меньше;

2) если расстояние перевозки больше равноценного, т.е.  $l_{cm} > l_p$ , то следует применять транспортное средство, у которого техническая скорость  $v_m$  больше;

3) при определении  $l_p$  в знаменателе получилась отрицательная величина выбирается второе транспортное средство;

4) при отрицательном значении числителя выбирается первое транспортное средство.

Б) Выбор типа подвижного состава по удельной себестоимости перевозки грузов определяется из условия меньшей себестоимости  $C_{y\partial 1}$  и  $C_{y\partial 2}$ , сравниваемых средств, т.е.:

$$C_{y\partial 1} < C_{y\partial 2}, \quad (6.2)$$

где:  $C_{y\partial 1}$ ;  $C_{y\partial 2}$  – удельные себестоимости сравниваемых средств, тнг/ткм

Удельная себестоимость перевозок (С) определяется по выражению:

$$C_{y\partial} = (C_{неp}l_e + C_{ноcm} t_e + Z_{нл})/P_e, \quad (6.3)$$

где:  $C_{неp}$ ; - сумма переменных расходов на 1км, тенге

$l_e$  – расстояние перевозки грузов за одну езду, км;

$C_{ноcm}$  – сумма постоянных расходов на 1 час, тенге;

$t_e$  – время одной ездки, ч;

$Z_{нл}$  – заработная плата водителя за одну езду, тенге;

$P_e$  – транспортная работа за одну езду, ткм.

Так как  $l_e = l_{cm}/\beta_e$ ;  $t_p = t_{\partialв} + t_{n-p} = l_{cm}/\beta v_e + t_{n-p}$ , то формула 6.3 примет следующий вид:

$$C_{y\partial} = (q\gamma_{cm})^{-1} [\beta_e^{-1} C_{неp} C_{ноcm}/v_m + l_{cm}^{-1} (C_{ноcm} t_{n-p} + Z_{нл})], \text{ тнг/ткм} \quad (6.4)$$

Рассмотрим некоторые примеры выбора подвижного состава.

### А) По критерию равноценного расстояния:

**Пример 1:** Определить целесообразность применения тягача или автомобиля, если их грузоподъемности  $q_1 = q_2 = 5$ т, техническая скорость автомобиля  $v_{m1} = 25$ км/ч, тягача  $v_{m2} = 20$ км/ч, коэффициент использования пробега  $\beta_e = 0,5$ , время простоя под погрузку-разгрузку соответственно  $t_{n-p1} = 0,8$ ч,  $t_{n-p2} = 0,1$ ч. Расстояние перевозки  $l_{cm} = 20$ км

**Решение:** Применив формулу (6.1) определим равноценное расстояние  $l_p$ :

$$l_p = 0,5 * 25 * 20 (5 * 0,8 - 5 * 0,1) / (5 * 25 - 5 * 20) = 35 \text{ км}$$

Так как  $l_{cm} = 20$ км  $<$   $l_p = 35$ км, то следует применять тягач (условие 1).

**Пример 2:** Определить выгодность применения 5-тонного автомобиля по сравнению с 4-тонным тягачом для работы на расстояние 25км, если у автомобиля  $v_{m1} = 25$ км/ч, у тягача  $v_{m2} = 15$ км/ч, время простоя под погрузку-

разгрузку соответственно  $t_{n-p1} = 0,5$ ч,  $t_{n-p2} = 0,1$ ч, коэффициент использования пробега  $\beta_e = 0,5$ .

**Решение:** Равноценное расстояние  $l_p$  будет равно:

$$l_p = 0,5 * 25 * 15(4 * 0,5 - 5 * 0,1) / (5 * 25 - 4 * 15) \approx 4,3$$

Так как  $l_{cm} = 25$ км  $>$   $l_p = 4,3$ км, то следует применять автомобиль (условие 2).

**Пример 3:** Какой автомобиль выгоднее применять (бортовой или самосвал), если расстояние ездки  $l_{cm} = 20$ км, грузоподъемности соответственно  $q_1 = 5$ т,  $q_2 = 3,5$ т, время простоя под погрузку-разгрузку соответственно  $t_{n-p1} = 0,8$ ч,  $t_{n-p2} = 0,3$ ч? Коэффициент использования пробега  $\beta_e = 0,5$ , технические скорости  $25$ км/ч.

**Решение:** Равноценное расстояние  $l_p$  будет равно:

$$l_p = 0,5 * 25 * 25(5 * 0,8 - 3,5 * 0,3) / (5 * 25 - 3,5 * 25) \approx 24,6$$
км

Так как  $l_{cm} = 20$ км  $<$   $l_p = 24,6$ км, то следует применять самосвал (условие 1).

### Б) По критерию удельной себестоимости перевозок

**Пример 4:** определить выгодность применения автомобиля грузоподъемностью 5т по сравнению с автомобилем 4т при следующих условиях: расстояние перевозки  $l_{cm} = 20$ км, коэффициент использования пробега  $\beta_e = 0,5$ , коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma_{cm} = 0,8$ , технические скорости соответственно  $v_{m1} = 25$ км/ч,  $v_{m2} = 20$ км/ч, время простоя под погрузку-разгрузку соответственно  $t_{n-p1} = 0,7$ ч,  $t_{n-p2} = 0,5$ ч. Затраты по каждому автомобилю приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 - Затраты на перевозку грузов автомобилями.

Виды затрат	5т	4т
Переменные расходы $C_{пер}$ , тнг/ткм	6,0	5,0
Постоянные расходы $C_{пост}$ , тнг/ткм	30,0	25,0
Оплата водителя за одну езду, тнг	80,0	60,0

**Решение:** Удельная себестоимость 1ткм при выполнении перевозок автомобилем грузоподъемностью 4т:

$$C_{y\delta 4m} = (4 \cdot 0,8)^{-1} [0,5^{-1} (5 \cdot 25/20) + 20^{-1} (25 \cdot 0,5 + 60)] \approx 5,03 \text{ тнГ/ткм}$$

Удельная себестоимость 1ткм при выполнении перевозок автомобилем грузоподъемностью 5т:

$$C_{y\delta 5m} = (5 \cdot 0,8)^{-1} [0,5^{-1} (6 \cdot 30/25) + 20^{-1} (30 \cdot 0,7 + 80)] \approx 4,86 \text{ тнГ/ткм}$$

Так как  $C_{y\delta 5m} = 4,86 < C_{y\delta 4m} = 5,03$ , то выбираем 5-тонный автомобиль.

**Задание №6.** Построить графики выбора типа автомобиля по показателям равноценного расстояния и удельной стоимости перевозок, используя данные, приведенные в таблице 6.2.

При решении задачи принять: коэффициент использования пробега  $\beta_e = 0,5$ , коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma_{cm} = 1,0$ . Оплата водителя за одну езду 100тнГ. Диапазон расстояний перевозок  $l_{cm}$  от 10 до 100км, шаг дискретности расстояния при построении графика 10км.

Сравните эти графики. Определите границы выбора типа автомобилей по критериям.

Таблица 6.2 - Варианты заданий для выбора типа автомобиля

Вариант	1 автомобиль					2 автомобиль				
	$q_1, \text{Т}$	$v_{m1}, \text{км/ч}$	$t_{n-p1}, \text{ч}$	$C_{пер1}, \text{тнГ/км}$	$C_{ном1}, \text{тнГ/ч}$	$q_2, \text{Т}$	$v_{m2}, \text{км/ч}$	$t_{n-p2}, \text{ч}$	$C_{пер2}, \text{тнГ/км}$	$C_{ном2}, \text{тнГ/ч}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,5	20	0,1	100	50	2,0	35	1,0	150	80
2	2,0	25	0,2	110	60	2,5	15	0,9	160	90
3	2,5	30	0,3	120	70	3,0	40	0,8	170	95
4	3,0	35	0,4	130	80	3,5	45	0,7	180	100
5	3,5	15	0,5	140	90	4,0	50	0,6	190	80
6	4,0	40	0,6	150	95	4,5	55	0,5	130	90
7	4,5	45	0,7	160	100	5,0	10	0,4	140	95
8	5,0	50	0,8	170	110	5,5	40	0,3	150	100
9	5,5	55	0,9	180	115	6,0	45	0,2	160	110
10	6,0	10	1,0	190	120	1,5	50	0,1	110	50
11	1,5	40	0,9	130	110	4,0	55	0,5	100	60
12	2,0	45	0,8	140	115	4,5	10	0,4	110	70
13	2,5	50	0,7	150	120	5,0	20	0,3	120	80
14	3,0	55	0,6	160	70	5,5	25	0,2	130	100
15	3,5	10	0,5	110	80	6,0	30	0,1	140	105
16	4,0	20	0,4	115	90	1,5	35	1,5	150	110
17	4,5	25	0,3	120	95	2,0	15	0,6	160	50
18	5,0	30	0,2	170	100	2,5	40	1,0	130	60

19	5,5	35	0,1	180	80	3,0	45	0,9	140	70
20	6,0	15	1,5	190	90	3,5	25	0,8	150	80
21	1,5	40	0,6	130	95	4,0	30	0,7	160	90
22	2,0	45	0,7	140	100	4,5	35	0,1	110	95
23	2,5	25	0,8	110	110	5,0	15	0,2	115	100
24	3,0	30	0,9	115	50	5,5	40	0,3	130	110
25	3,5	35	1,0	120	60	6,0	45	0,4	140	115
26	4,0	15	0,9	110	70	1,5	25	0,5	150	120
27	4,5	40	0,8	115	80	2,0	30	0,6	160	110
28	5,0	45	0,7	120	100	2,5	45	0,7	110	115
29	5,5	25	0,1	130	105	5,0	50	0,1	115	120
30	6,0	30	0,2	140	110	5,5	55	0,2	120	70

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

**Тема** Выбор технико-эксплуатационных показателей работы автомобиля на маятниковых маршрутах (3 часа)

### Теоретические положения

Эффективность работы логистической системы зависит от оптимизации организации движения подвижного состава на основе маршрутизации автомобильных перевозок

Маршруты автомобильного состава при перевозке грузов бывают маятниковые и кольцевые (рисунок 6.1)

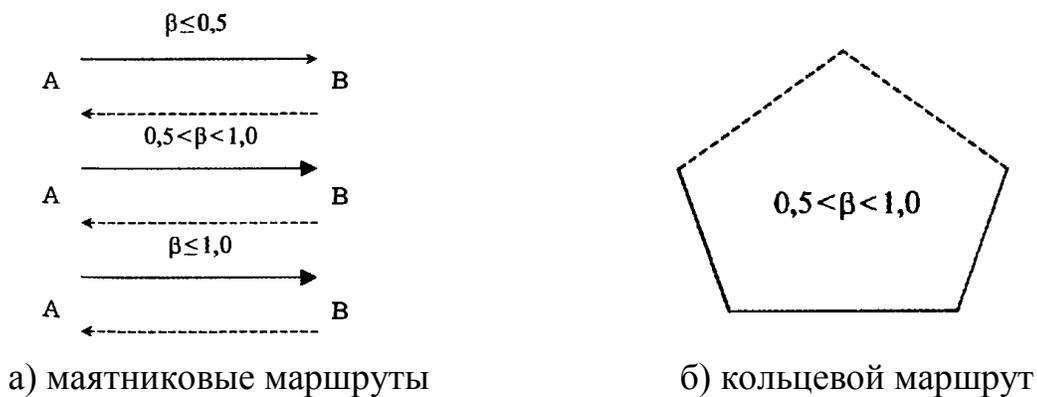


Рисунок 7.1 - Схемы маршрутов  
сплошной линией показана ездка с грузом, штриховой – без груза

Рассмотрим на примерах расчеты основных схем маршрутов.

А) *Маятниковый маршрут с обратным холостым пробегом (рисунок 7.2)*

Исходные данные для расчета: расстояние груженой ездки  $l_{AB}=15$ км, первый нулевой пробег  $l_{CA} = 5$ км, второй –  $l_{BC} = 10$ км. На маршруте перевозится груз второго класса  $\gamma_{cm} = 0,8$  в количестве  $Q = 25000$ т, срок вывоза  $D_p = 25$  дней.

Примем, что груз вывозится автомобилями грузоподъемностью  $q = 4$ т, эксплуатационная скорость перевозки  $v_g = 25$ км/ч, время простоя под погрузкой - разгрузкой  $t_{n-p} = 0,7$ ч, время в наряде  $T_p = 14$ ч.

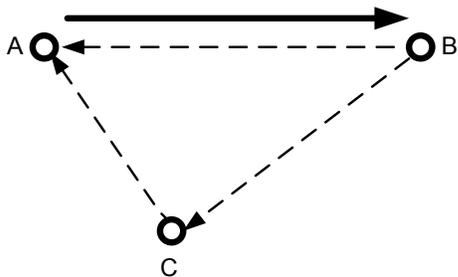


Рисунок 7.2 - Схема маятникового маршрута с обратным холостым ходом

### Порядок решения:

1 Определяем коэффициент пробега автомобиля за одну езду:

$$\beta_e = l_{cm} / l_{об} = l_{AB} / (l_{AB} + l_{BA}) = 15 / (15 + 15) = 0,5$$

2 Определяем время работы на маршруте:

$$T_m = T_p - t_0 = T_p - (l_{CA} + l_{BC}) / v_э = 14 - (5 + 10) / 25 \approx 13,4 \text{ ч}$$

3 Устанавливаем число ездов в день:

$$n_e = T_m / t_e = T_m \beta_e v_э / (l_{cm} + \beta_e v_э t_{n-p}) = 13,4 * 0,5 * 25 : (15 + 0,5 * 25 * 0,7) \approx 7,05$$

Принимаем  $n_e = 7$ .

4 В связи с округлением числа ездов пересчитываем время работы автомобиля на маршруте и за рабочий день.

$$T_m = n_e (l_{cm} + \beta_e v_э t_{n-p}) / \beta_e v_э = 7 * (15 + 0,5 * 25 * 0,7) / 0,5 * 25 \approx 13,3 \text{ ч}, \text{ тогда } T_p = T_m + t_0 = 13,3 + 0,6 = 13,9 \text{ ч}.$$

5 Для 1-ой машины определяем дневную выработку ( $Q_1$ , т) и работу перевозок ( $P_1$ , ткм):

$$Q_1 = q \gamma_{cm} n_e = 4 * 0,8 * 7 = 22,4 \text{ т}; \quad P_1 = Q_1 l_{cm} = 22,4 * 15 = 336 \text{ ткм}$$

6 Определяем количество автомобилей, необходимых для выполнения объема перевозок:

$$N_{авт} = Q / (D_p Q_1) = 25000 : (25 * 22,4) \approx 44,6 \text{ единиц}.$$

Принимаем:  $N_{авт} = 45$  автомобилей.

7 Устанавливаем суточный пробег автомобиля:

$$l_{сут} = (n_e l_{cm}) / \beta_e - l_{BA} + (l_{CA} + l_{BC}) = (7 * 15) : 0,5 - 15 + (5 + 10) = 210 \text{ км}$$

8 Определяем величину коэффициента использования пробега за день работы автомобиля:

$$\beta_e = l_{сп} / l_{сут} = 7 * 15 : 210 = 0,5$$

Б) Маятниковый маршрут с обратным не полностью груженым пробегом (рисунок 7.3)

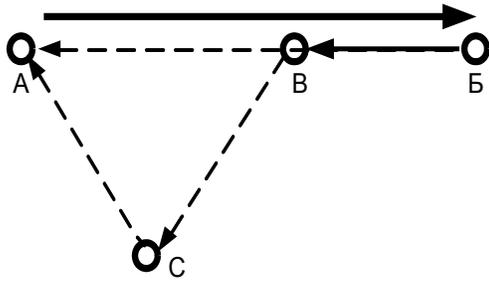


Рисунок 6.3 - Схема маятников-  
маршрута с обратным не полно-  
стью груженым пробегом

Исходные данные:

$l_{AB} = 15\text{км}$ ,  $l_{BB} = 10\text{км}$ ,  $l_{BA} = 5\text{км}$ ,  $l_{CA} = l_{BC} = 3\text{км}$ ,  $T_p = 14\text{ч}$ . На маршруте АБ перевозится  $Q_{AB} = 250000\text{т}$  груз первого класса, на участке БВ  $Q_{BB} = 150000\text{т}$ , с  $\gamma_{cm} = 0,9$ . Используется самосвал,  $q = 3,5\text{т}$ . Время на погрузку  $t_n = 0,2\text{ч}$ , на разгрузку  $t_p = 0,1\text{ч}$ . Срок вывоза  $D = 100\text{дней}$ . Средняя техническая скорость на всех участках  $v_m = 25\text{км/ч}$

Порядок расчета следующий:

1 Определяем время работы автомобиля на маршруте:

$$T_m = T_p - (l_{CA} + l_{BC}) / v_m = 14 - (3 + 3) / 25 \approx 13,76\text{ч}$$

2 Подсчитаем время одного оборота автомобиля за день:

$$t_{об} = \sum t_{дв} + \sum t_{np} = t_{nA} + t_{двAB} + t_{pB} + t_{nB} + t_{двBB} + t_{pB} + t_{двBA} = (l_{AB} + l_{BB} + l_{BA}) / v_m + t_{nA} + t_{pB} + t_{nB} + t_{pB} = (15 + 5 + 10) : 25 + 0,2 + 0,1 + 0,2 + 0,1 = 1,8\text{ч}$$

3 Находим число оборотов автомобиля за день работы:

$$n_p = T_m / t_{об} = 13,76 : 1,8 \approx 7,6. \text{ Принимаем число оборотов равным } n_{\phi} = 8$$

4 В связи с округлением числа оборотов уточняем время работы на маршруте и в наряде:

$$T_{p\phi} = n_{\phi} t_{об} + (l_{CA} + l_{BC}) / v_m = 8 * 1,8 + (3 + 3) : 25 = 14,64\text{ч}; T_{м\phi} = n_{\phi} t_{об} = 8 * 1,8 = 14,4\text{ч}$$

5 Для 1-ой машины определяем дневную выработку ( $Q_i$  т) и работу перевозок ( $P_i$ , ткм):

$$Q_i = (q\gamma_{AB} + q\gamma_{BB})n_{\phi} = 3,5 * 8 * (1 + 0,9) = 53,2\text{т}$$

$$P_i = (q\gamma_{AB}l_{AB} + q\gamma_{BB}l_{BB})n_{\phi} = 3,5 * 8 * (1 * 15 + 0,9 * 10) = 672\text{ткм}$$

6 Устанавливаем суточный пробег автомобиля:

$$l_{\text{сум}} = (l_{AB} + l_{BB} + l_{BA}) n_{\phi} + l_{CA} + l_{BC} - l_{BA} = (15+10+5)*8 + 3+3 - 5 = 241 \text{ км}$$

7 Определяем величину коэффициента использования пробега за день работы автомобиля:

$$\beta_e = l_{\text{зр}}/l_{\text{сум}} = n_{\phi}(l_{AB} + l_{BB})/l_{\text{сум}} = 8*(15+10):241 \approx 0,83$$

8 Находим количество автомобилей для обслуживания маршрута:

$$N_{\text{авт}} = (Q_{AB} + Q_{BB}) / (D_p Q_1) = (250000+150000):(100*53,2) \approx 75,2 \text{ единиц.}$$

Принимаем:  $N_{\text{авт}} = 75$  автомобилей

В) Маятниковый маршрут с обратным груженым пробегом (рисунок 7.4)

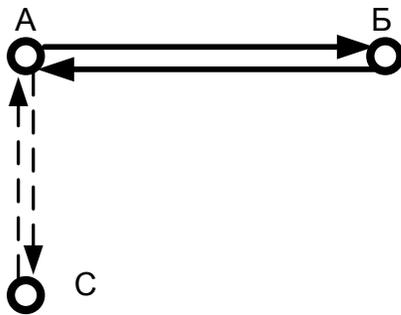


Рисунок 7.3 - Схема маятникового маршрута с обратным груженым пробегом

Исходные данные:

$l_{AB} = 10 \text{ км}$ ,  $l_{CA} = 5 \text{ км}$ ,  $T_p = 14 \text{ ч}$ . На участке АБ перевозится  $Q_{AB} = 15000 \text{ т}$  груза, на БА  $Q_{BA} = 15000 \text{ т}$ , используется самосвал  $q = 2,5 \text{ т}$ . Время на погрузку-разгрузку  $t_{n-p} = 0,35 \text{ ч}$ . Срок вывоза  $D = 25$  дней. Средняя техническая скорость на всех участках  $v_m = 20 \text{ км/ч}$ . Коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma_{cm} = 1,0$

Порядок расчета следующий:

1 Определяем время работы автомобиля на маршруте:

$$T_m = T_p - 2l_{CA}/v_m = 14 - 2*5:20 = 13,5 \text{ ч}$$

2 Подсчитаем время одного оборота автомобиля за день:

$$t_{об} = \sum t_{об} + \sum t_{n-p} = t_{n-pA} + t_{обAB} + t_{n-pB} + t_{обBA} = (l_{AB} + l_{BA})/v_m + 2 t_{n-p} = (10+10):20 + 2*0,35 = 1,7 \text{ ч}$$

3 Находим число оборотов автомобиля за день работы:

$$n_p = T_m/t_{об} = 13,5:1,7 \approx 7,9. \text{ Принимаем число оборотов равным } n_{\phi} = 8$$

4 В связи с округлением числа оборотов уточняем время работы на маршруте и в наряде:

$$T_{pф} = n_{ф} t_{об} + (l_{CA} + l_{AC}) / v_m = 8 * 1,7 + (10 + 10) : 20 = 14,6 \text{ч}; T_{мф} = n_{ф} t_{об} = 8 * 1,7 = 13,6 \text{ч}$$

5 Для 1-ой машины определяем дневную выработку ( $Q_1$  т) и работу перевозок ( $P_1$ , ткм):

$$Q_1 = (q\gamma_{AB} + q\gamma_{BA})n_{ф} = 2,5 * 8 * (1 + 1) = 40 \text{т}$$

$$P_1 = (q\gamma_{AB}l_{AB} + q\gamma_{BA}l_{BA})n_{ф} = 2,5 * 8 * 10 * (1 + 1) = 400 \text{ткм}$$

6 Устанавливаем суточный пробег автомобиля:

$$l_{сут} = (l_{AB} + l_{BA})n_{ф} + l_{CA} + l_{AC} = (10 + 10) * 8 + 5 + 5 = 170 \text{км}$$

7 Определяем величину коэффициента использования пробега за день работы автомобиля:

$$\beta_e = l_{зр} / l_{сут} = n_{ф}(l_{AB} + l_{BA}) / l_{сут} = 8 * (10 + 10) : 170 \approx 0,94$$

8 Находим количество автомобилей для обслуживания маршрута:

$$N_{авт} = (Q_{AB} + Q_{BA}) / (D_p Q_1) = (15000 + 15000) : (25 * 40) = 30 \text{ единиц.}$$

$$N_{авт} = 30 \text{ автомобилей}$$

**Задание №7.** Определить технико-эксплуатационные показатели работы автомобиля на маятниковых маршрутах, используя данные, приведенные в таблице 7.1.

При расчетах принять:  $t_p = 14 \text{ч}$ ;  $t_{н-р} = 0,5 \text{ч}$ . Масса, перевозимого груза из всех пунктов одинакова, т.е.  $Q = Q_{AB} = Q_{BB} = Q_{BA}$ ;  $\gamma_{смAB} = 0,8$ ;  $\gamma_{смBB} = 1,0$ ;  $\gamma_{смBA} = 0,6$ ;  $l_{01}$  и  $l_{02}$  – соответственно расстояния от автопарка до места первой загрузки и от места последней разгрузки до автопарка

Перед выполнением расчетов сделайте чертеж движения автомобилей по маршруту с указанием ездов с грузом и без груза, а также начальной и конечной нулевых ездов.

Таблица 7.1 Варианты заданий для определения технико-эксплуатационных показателей работы автомобиля на маятниковом маршруте

Вариант	$q$ , т	$v_m$ , км/ч	$Q$ , тыс.т	$D$ , дни	$l_{AB}$ , км	$l_{BB}$ , км	$l_{BA}$ , км	$l_{01}$ , км	$l_{02}$ , км
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,5	20	100	50	20	35	15	10	15
2	2,0	25	110	60	25	25	50	30	30
3	2,5	30	120	70	30	40	10	10	5
4	3,0	35	130	80	35	45	70	5	10
5	3,5	15	140	90	40	50	10	10	5
6	4,0	40	150	95	45	55	10	10	5
7	4,5	45	160	100	50	10	60	25	35
8	5,0	50	170	110	55	40	5	5	5
9	5,5	55	180	115	60	45	15	10	10
10	6,0	10	190	120	15	50	35	5	5
11	1,5	40	130	110	40	55	5	5	5
12	2,0	45	140	115	45	10	35	15	15
13	2,5	50	150	120	50	20	30	5	5
14	3,0	55	160	70	55	25	25	5	5
15	3,5	10	110	80	60	30	30	15	20
16	4,0	20	115	90	15	35	20	15	15
17	4,5	25	120	95	20	15	5	5	5
18	5,0	30	170	100	25	40	15	10	10
19	5,5	35	180	80	30	45	15	10	10
20	6,0	15	190	90	35	25	10	10	10
21	1,5	40	130	95	40	30	10	10	10
22	2,0	45	140	100	45	35	10	10	10
23	2,5	25	110	110	50	15	35	20	20
24	3,0	30	115	50	55	40	15	10	10
25	3,5	35	120	60	60	45	15	10	10
26	4,0	15	110	70	15	25	10	10	10
27	4,5	40	115	80	20	30	10	10	10
28	5,0	45	120	100	25	45	20	15	10
29	5,5	25	130	105	50	50	0	20	20
30	6,0	30	140	110	55	55	0	15	10

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8

**Тема** Выбор технико-эксплуатационных показателей работы автомобиля на кольцевых маршрутах (3 часа)

Теоретические положения

Рассмотрим на примерах расчеты основных схем маршрутов.

*А) Кольцевой маршрут с холостыми пробегами (рисунок 8.1)*

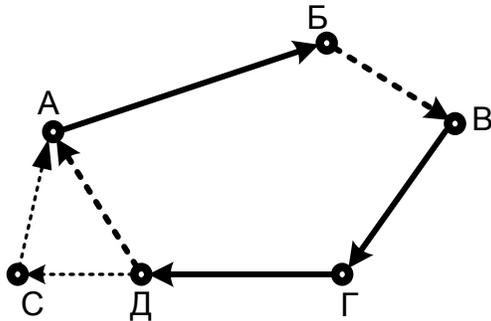


Рисунок 8.1 - Схема кольцевого маршрута с холостыми пробегами

Исходные данные:

$l_{AB} = 15\text{км}, l_{BV} = 9\text{км}, l_{VГ} = 19\text{км}, l_{ГД} = 17\text{км}, l_{ДА} = 10\text{км}, l_{СА} = l_{ДС} = 5\text{км}, T_p = 14\text{ч}.$   
 $Q_{AB} = 150000\text{т}, \gamma_{AB}=1,0; Q_{BV} = 200000\text{т}, \gamma_{BV}=0,8; Q_{ГД} = 100000\text{т}, \gamma_{ГД}=0,6;$  используется автомобиль  $q = 5\text{т}.$  Время на погрузку  $t_n = 0,5\text{ч},$  на разгрузку  $t_p = 0,6\text{ч}.$  Срок вывоза  $D = 360$  дней. Средняя техническая скорость на участках AB и ГД  $v_{m1} = 20\text{км/ч},$  на участках BV и ВГ  $v_{m2} = 25\text{км/ч},$  на участках СА, ДА и ДС  $v_{m3} = 18\text{км/ч}.$

Порядок расчета следующий:

1 Определяем время работы автомобиля на маршруте:

$$T_m = T_p - (l_{CA} + l_{CD}) / v_{m3} = 14 - 2 \cdot 5 : 18 = 13,45\text{ч}$$

2 Подсчитаем время одного оборота автомобиля за день:

$$t_{об} = \sum t_{дв} + \sum t_{n-p} = t_{nA} + t_{двAB} + t_{pB} + t_{двBV} + t_{nB} + t_{двВГ} + t_{n-pГ} + t_{двГД} + t_{pD} + t_{двДА} =$$

$$= (0,5 + 15 : 20 + 0,6 + 9 : 25 + 0,5 + 19 : 25 + 0,5 + 0,6 + 17 : 20 + 0,6 + 10 : 18) \approx 6,57\text{ч}$$

3 Находим число оборотов автомобиля за день работы:

$$n_p = T_m / t_{об} = 13,45 : 6,57 \approx 2,04. \text{ Принимаем число оборотов равным } n_{\phi} = 2$$

4 В связи с округлением числа оборотов уточняем время работы на маршруте и в наряде:

$$T_{\text{мф}} = n_{\text{ф}} t_{\text{об}} = 2 * 6,57 = 13,14 \text{ч} \quad T_{\text{рф}} = n_{\text{ф}} t_{\text{об}} + (l_{\text{СА}} + l_{\text{ДС}}) / v_{\text{мз}} = 8 * 1,7 + (5+5):18 \approx 13,69 \text{ч};$$

5 Для 1-ой машины определяем дневную выработку ( $Q_i$  т) и работу перевозок ( $P_i$ , ткм):

$$Q_i = (q_{\text{УАБ}} + q_{\text{УВГ}} + q_{\text{УГД}}) n_{\text{ф}} = 5 * (1 + 0,8 + 0,6) * 2 = 24 \text{т}$$

$$P_i = (q_{\text{УАБ}} l_{\text{АБ}} + q_{\text{УВГ}} l_{\text{ВГ}} + q_{\text{УГД}} l_{\text{ГД}}) n_{\text{ф}} = 5 * (1 * 15 + 0,8 * 19 + 0,6 * 17) * 2 = 404 \text{ткм}$$

6 Устанавливаем суточный пробег автомобиля:

$$l_{\text{сут}} = n_{\text{ф}} (l_{\text{АБ}} + l_{\text{БВ}} + l_{\text{ВГ}} + l_{\text{ГД}} + l_{\text{ДА}}) + l_{\text{СА}} + l_{\text{ДС}} - l_{\text{ДА}} = 2 * (15 + 9 + 19 + 17 + 10) + 5 + 5 - 10 = 140 \text{км}$$

7 Определяем величину коэффициента использования пробега за день работы автомобиля:

$$\beta_e = l_{\text{сп}} / l_{\text{сут}} = n_{\text{ф}} (l_{\text{АБ}} + l_{\text{ВГ}} + l_{\text{ГД}}) / l_{\text{сут}} = 2 * (15 + 19 + 17) : 140 \approx 0,73$$

8 Находим количество автомобилей для обслуживания маршрута:

$$N_{\text{авт}} = (Q_{\text{АБ}} + Q_{\text{ВГ}} + Q_{\text{ГД}}) / (D_p Q_i) = (150000 + 200000 + 100000) : (360 * 24) \approx 52,08 \text{ единиц.}$$

Принимаем  $N_{\text{авт}} = 52$  автомобиля

Б) Кольцевой развозочный маршрут (рисунок 8.2)

Развозочный маршрут является разновидностью кольцевого. На этом маршруте автомобиль загружается в одном пункте (рисунок 8.2, п.А) и развозит грузы по нескольким потребителям. Обслужив потребителей, порожним возвращается в первоначальный пункт (п.А) маршрута.

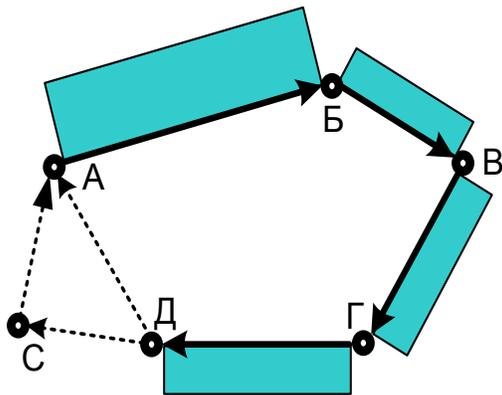


Рисунок 8.2 - Схема развозочного маршрута

Исходные данные:

$l_{AB} = 10\text{км}$ ,  $l_{BB} = 8\text{км}$ ,  $l_{BG} = 6\text{км}$ ,  $l_{GD} = 8\text{км}$ ,  $l_{DA} = 6\text{км}$ ,  $l_{CA} = 4\text{км}$ ,  $l_{DC} = 5\text{км}$ ,  $T_p = 12\text{ч}$ . В пункте А загружается груз  $Q_A = q_m = 4\text{т}$ , который впоследствии выгружается согласно схемы: в п.Б  $Q_B = 1\text{т}$ ; в п.В  $Q_V = 0,5\text{т}$ ; в п.Г  $Q_G = 1,5\text{т}$ ; в п.Д  $Q_D = 1\text{т}$ . Коэффициент  $\gamma_{cm} = 1,0$ ; Время на погрузку  $t_n = 0,5\text{ч}$ , на разгрузку  $t_p = 0,4\text{ч}$ , время на один заезд к месту разгрузки  $t_3 = 0,2\text{ч}$ . Срок вывоза  $D = 360\text{дней}$ . Средняя техническая скорость на участках  $v_m = 25\text{км/ч}$ .

Определить технико-эксплуатационные показатели и число требуемых автомобилей для перевозки  $Q_{об} 112\text{т}$  груза в сутки

Порядок расчета следующий:

1 Определяем время работы автомобиля на маршруте

$$T_m = T_p - (l_{CA} + l_{CD}) / v_m = 12 - (4+5):25 = 11,64\text{ч}$$

2 Подсчитаем время одного оборота автомобиля за день:

$$\begin{aligned} t_{об} &= \sum t_{\deltaв} + \sum t_{n-p} = t_{nA} + t_{\deltaвAB} + t_{pB} + t_{\deltaвBB} + t_{pV} + t_{\deltaвBG} + t_{pG} + t_{\deltaвGD} + t_{pD} + \\ &\quad t_{\deltaвDA} + 4t_3 = \\ &= 0,5 + 10:25 + 0,4 + 8:25 + 0,4 + 6:25 + 0,4 + 8:25 + 0,4 + 6:25 + (4+5):25 \approx 3,22\text{ч} \end{aligned}$$

3 Находим число оборотов автомобиля за день работы:

$$n_p = T_m / t_{об} = 11,64 : 3,22 \approx 3,6. \text{ Принимаем число оборотов равным } n_{\phi} = 4$$

4 В связи с округлением числа оборотов уточняем время работы на маршруте и в наряде:

$$T_{\text{мф}} = n_{\text{ф}} t_{\text{об}} = 4 * 3,22 = 12,88 \text{ч} \quad T_{\text{рф}} = n_{\text{ф}} t_{\text{об}} + (l_{\text{СА}} + l_{\text{ДС}}) / v_m = 4 * 3,22 + (4+5):25 = 13,24 \text{ч};$$

5 Для 1-ой машины определяем дневную выработку ( $Q_i$  т) и работу перевозок ( $P_i$ , ткм):

$$Q_{\text{дн}} = q \gamma n_{\text{ф}} = 4 * 1 * 4 = 16 \text{т}$$

$$P_1 = n_{\text{ф}} [Q_A \gamma_{\text{см}} l_{\text{AB}} + (Q_A - Q_B) \gamma_{\text{см}} l_{\text{BB}} + (Q_A - Q_B - Q_B) \gamma_{\text{см}} l_{\text{BG}} + (Q_A - Q_B - Q_B - Q_G) q \gamma_{\text{см}} l_{\text{ГД}}] =$$

$$= 4 * 1 * (4 * 10 + 3 * 8 + 2,5 * 6 + 1 * 8) = 348 \text{ткм}$$

6 Устанавливаем суточный пробег автомобиля:

$$l_{\text{сут}} = n_{\text{ф}} (l_{\text{AB}} + l_{\text{BB}} + l_{\text{BG}} + l_{\text{ГД}} + l_{\text{ДА}}) + l_{\text{СА}} + l_{\text{ДС}} - l_{\text{ДА}} = 4 * (10 + 8 + 6 + 8 + 6) + 4 + 5 - 6 = 155 \text{км}$$

7 Определяем величину коэффициента использования пробега за день работы автомобиля:

$$\beta_e = l_{\text{сп}} / l_{\text{сут}} = n_{\text{ф}} (l_{\text{AB}} + l_{\text{BB}} + l_{\text{BG}} + l_{\text{ГД}}) / l_{\text{сут}} = 4 * (10 + 8 + 6 + 8) : 155 \approx 0,82$$

8 Находим количество автомобилей для обслуживания маршрута:

$$N_{\text{авт}} = Q_{\text{сут}} / Q_{\text{дн}} = 112 : 16 = 7 \text{единиц.}$$

Еще одной разновидностью кольцевого маршрута является кольцевой *сборочный маршрут*. Суть его заключается в том, что автомобиль последовательно загружается на грузовых пунктах, а затем в конечном пункте полностью разгружается. Расчет его технико-эксплуатационных показателей аналогичен расчету развозочного.

**Задание №8.** Определить технико-эксплуатационные показатели работы автомобиля на кольцевых маршрутах, используя данные, приведенные в таблице 8.1.

Исходные данные: Продолжительности: погрузки  $t_n = 0,3 \text{ч}$ , разгрузки -  $t_p = 0,2 \text{ч}$ , заезда -  $t_z = 0,5 \text{ч}$ . Коэффициент  $\gamma_{\text{см}} = 0,8$ . Расстояния от автопарка до места первой загрузки и до места последней разгрузки соответственно:  $l_{01} = 10 \text{км}$ ,  $l_{02} = 15 \text{км}$ . Скорость движения на участках СА, ДА и ДС  $v_m = 25 \text{км/ч}$ .

Перед выполнением расчетов сделайте чертеж движения автомобилей по маршруту с указанием ездов с грузом и без груза, а также начальной и конечной нулевых ездов.

Таблица 8.1 - Варианты заданий для определения технико-эксплуатационных показателей работы автомобиля на кольцевом маршруте

Вариант	$q$ , т	$Q$ , тыс. т	$D$ , дни	$l_{AB}$ , км	$l_{BB}$ , км	$l_{BG}$ , км	$L_{GD}$ , км	$L_{DA}$ , км	$Q_{AB}$ , т	$Q_{BB}$ , т	$Q_{BG}$ , т	$Q_{GD}$ , т	$v_{mA}$ , км/ч	$v_{mB}$ , км/ч	$v_{mB}$ , км/ч	$v_{mГ}$ , км/ч	$t_p$ , ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1,5	100	50	20	35	15	10	15	100	170	-	130	40	40	20	40	14
2	2,0	110	60	25	25	50	30	30	110	180	-	140	45	45	15	45	12
3	2,5	120	70	30	40	10	10	5	120	190	-	150	50	25	30	50	10
4	3,0	130	80	35	45	70	5	10	130	-	170	100	55	30	35	55	11
5	3,5	140	90	40	50	10	10	5	140	-	180	110	10	35	15	10	10
6	4,0	150	95	45	55	10	10	5	150	-	190	120	20	15	40	20	9
7	4,5	160	100	50	10	60	25	35	160	-	80	100	25	40	45	25	8
8	5,0	170	110	55	40	5	5	5	170	100	-	110	30	45	50	30	9
9	5,5	180	115	60	45	15	10	10	180	110	-	120	35	25	55	35	10
10	6,0	190	120	15	50	35	5	5	190	-	95	120	15	30	10	15	11
11	1,5	1,2	1	40	55	5	5	5	1,5	1,3	0,8	0,4	20	40	40	20	12
12	2,0	1,6	1	45	10	35	15	15	2,0	1,7	1,0	0,5	15	45	45	15	13
13	2,5	2,0	1	50	20	30	5	5	2,5	1,8	1,1	0,5	30	50	25	30	14
14	3,0	2,4	1	55	25	25	5	5	3,0	2,0	1,5	1,5	35	55	30	35	8
15	3,5	2,8	1	60	30	30	15	20	3,5	2,0	2,0	1,5	15	10	35	15	9
16	4,0	3,2	1	15	35	20	15	15	4,0	3,0	2,0	2,0	40	20	15	40	10
17	4,5	3,6	1	20	15	5	5	5	4,5	3,5	2,0	1,0	45	25	40	45	11
18	5,0	4,0	1	25	40	15	10	10	5,0	3,0	2,5	1,5	50	30	45	50	12
19	5,5	4,4	1	30	45	15	10	10	5,5	3,5	3,0	1,0	55	35	25	55	13
20	6,0	4,8	1	35	25	10	10	10	6,0	2,5	2,0	1,5	10	15	30	10	14
21	1,5	1,2	1	40	30	10	10	10	0,5	0,7	1,2	1,5	45	20	40	40	11
22	2,0	1,6	1	45	35	10	10	10	0,4	0,9	1,3	2,0	50	15	45	45	10
23	2,5	2,0	1	50	15	35	20	20	0,5	1,8	2,0	2,5	55	30	50	25	8
24	3,0	2,4	1	55	40	15	10	10	1,5	2,0	2,5	3,0	10	35	55	30	9
25	3,5	2,8	1	60	45	15	10	10	1,0	1,8	2,6	3,5	40	15	10	35	10
26	4,0	3,2	1	15	25	10	10	10	0,5	1,2	2,9	4,0	45	40	20	15	11
27	4,5	3,6	1	20	30	10	10	10	2,0	2,5	3,1	4,5	25	45	25	40	12
28	5,0	4,0	1	25	45	20	15	10	1,5	2,6	3,5	5,0	30	50	30	45	13
29	5,5	4,4	1	50	50	0	20	20	2,0	3,2	4,5	5,5	35	55	35	25	14
30	6,0	4,8	1	55	55	0	15	10	2,0	3,0	4,5	6,0	15	10	15	30	12

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

### Тема: Закрепление грузополучателей за грузоотправителями (8 часов)

#### Теоретические положения

Задачи такого вида решаются методом математического моделирования, который заключается в изложении сути задачи в виде математических уравнений и их решении специальными методами.

Рассмотрим решение задачи на примере:

Исходные данные:

- в пунктах отправления грузов  $A_1, A_2, A_3$  имеется груз в количестве 15, 85 и 30 тонн;
- этот груз необходимо отправить потребителям  $B_1, B_2, B_3$  в количестве соответственно 40, 80 и 10 тонн;
- расстояния между пунктами ( $C_{ij}$  км) указаны в таблице 9.1

Таблица 9.1 - Расстояния между грузоотправителями и грузополучателями

Потребители	Поставщики		
	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$B_1$	$c_{11}=12\text{км}$	$c_{12}=8\text{км}$	$c_{13}=23\text{км}$
$B_2$	$c_{21}=14\text{км}$	$c_{22}=7\text{км}$	$c_{23}=10\text{км}$
$B_3$	$c_{31}=20\text{км}$	$c_{32}=17\text{км}$	$c_{33}=20\text{км}$

Требуется найти вариант перевозок с наименьшим объемом транспортной работы в тонно-километрах ( $m \cdot км$ ).

Для решения задачи обычным алгебраическим путем необходимо составить и решить:

- $i$  уравнений (по количеству потребителей) с  $j$  неизвестными (по количеству поставщиков) в каждом уравнении;
- $j$  уравнений (по количеству поставщиков) с  $i$  неизвестными (по количеству потребителей) в каждом уравнении.

То – есть пришлось бы составить и решить  $(i + j)$  уравнений с  $(j \times i) + (i \times j) = 2ji$  неизвестными плюс уравнение цели, отражающее необходимость минимума транспортной работы. Например, при четырех отправителях и пяти получателях пришлось бы составить и решить 10 уравнений с 20-ю неизвестными, что затруднительно даже при применении современной электронно-вычислительной техники.

Решение задачи намного упрощается при применении **симплексного** метода с применением метода **потенциалов**. Для решения задачи строится матрица симплексной таблицы 9.2. В ней имеются:

столбцы: «Потребители грузов» для обозначения потребителей;

«Вспомогательный» для величин потенциалов строк ( $V$ ) и потенциалов столбцов ( $U$ );

основные столбцы поставщиков;

«Потребность в грузе» потребителей;

- строки основные строки потребителей грузов;

«Наличие груза» у поставщиков.

Примечание: Количество строк ( $B$ ) и столбцов ( $A$ ) соответственно должно быть равно числу потребителей и поставщиков

*Предварительный этап.*

а) По исходным данным в таблице 9.2 заполняются столбцы потребности в грузе и строки наличия груза у поставщиков.

б) В правом верхнем углу каждой клетки на пересечении строк потребителей и столбцов поставщиков проставляется расстояние  $c_{ij}$  в километрах от каждого потребителя грузов ( $i$ ) до каждого поставщика ( $j$ ).

Таблица 9.1 - Матрица симплексной таблицы

Потребители	Вспомогательная	Поставщики			Потребность в грузе, т
		$A_1$	$A_2$	$A_3$	
	$U$				
	$V$				
$B_1$		$c_{11}=12\text{км}^*$ 15т	$c_{12}=8\text{км}^*$ 5т	$C_{13}=23\text{км}$ 20т	$b_1=40$
$B_2$		$c_{21}=14\text{км}$	$c_{22}=7\text{км}^{**}$ 80т	$C_{23}=10\text{км}^*$	$b_2=80$
$B_3$		$C_{31}=20\text{км}$	$C_{32}=17\text{км}^*$	$C_{33}=20\text{км}$ 10т	$b_i=10$
Наличие груза, т.		$a_1=15$	$a_2=85$	$a_j=30$	130

*Этап 1* – производится первоначальное закрепление потребителей за поставщиками методом двойного предпочтения.

а) В каждой строке находим клетку с минимальным расстоянием и помечаем ее звездочкой (\*) в правом верхнем углу.

б) В каждом столбце находим клетку с минимальным расстоянием и помечаем ее звездочкой (\*) в правом верхнем углу.

в) На пересечении строки и столбца с минимальными расстояниями образуется клетка, помеченная двумя звездочками (\*\*). В предлагаемом примере – это клетка  $A_2 - B_2$  у которой расстояние  $C_{22} = c_{\min} = 7$  км.

г) В клетку, помеченную \*\*, перемещаем груз от соответствующего поставщика. В нашем случае это поставщик  $A_2$ , имеющий в наличии 85 тонн груза. Но для покрытия потребности потребителя  $B_2$  требуется только 80 тонн. Перемещаем их в клетку  $A_2 - B_2$ . Потребитель  $B_2$  полностью удовлетворен.

д) В этом же столбце ищем клетку со следующим минимальным расстоянием. В нашем случае это клетка  $A_2 - B_1$  с расстоянием  $C_{12} = 8$  км. Перемещаем туда оставшиеся 5 тонн груза от поставщика  $A_2$ .

е) Потребитель  $B_1$ , получив от поставщика 5т груза, имеет неудовлетворенную потребность  $40 - 5 = 35$ т. Для покрытия ее ищем в строке  $B_1$  клетку с минимальным расстоянием. В нашем случае это клетка  $A_1 - B_1$  с минимальным расстоянием  $c_{11} = 12$  км. Перемещаем туда 15т груза от поставщика  $A_1$ . После этого неудовлетворенная потребность потребителя  $B_1$  будет  $40 - (15 + 5) = 20$  тонн.

ж) Удовлетворяем потребность потребителя  $B_1$  перемещением груза 20т от поставщика  $A_3$ .

и) У поставщика  $A_3$  осталось  $30 - 20 = 10$  т груза. Перемещаем его в клетку столбца  $A_3$  с минимальным расстоянием. Это будет клетка  $A_3 - B_2$  с расстоянием  $a_{32} = 10$  км.

На этом предварительное распределение грузов закончено.

к) Проверяем объем транспортной работы тонно-километрах ( $m \cdot км$ ). Он будет равен сумме произведений загрузки клеток на расстояния, представленные в этих клетках

$$V_{mp} = \sum b_{ij} \cdot c_{ij}, m \cdot км \quad (9.1)$$

л) Пробуем оптимизировать закрепление потребителей за поставщиками с помощью перемещения загрузки клеток **по горизонтали**. Для этого перебираем все строки и в каждой из них ищем возможность перемещения гру-

за в клетку с **меньшим** расстоянием. При этом должны быть соблюдены два условия:

- уменьшение груза в столбце должно быть компенсировано перемещением груза в другой строке;

- перемещение груза целесообразно, если **сумма расстояний в клетках с уменьшающейся загрузкой больше, чем в клетках с увеличивающейся загрузкой.**

Для нашего примера:

**строка  $B_1$**  – имеется возможность переместить 20 тонн груза из клетки  $A_3 - B_1$  в клетку  $A_2 - B_1$  и компенсировать это перемещением 20-ти тонн груза из клетки  $A_2 - B_2$  в клетку  $A_3 - B_2$ . При этом сумма расстояний в клетках с уменьшающейся нагрузкой будет

$$c_{22} + c_{33} = 7 + 23 = 30,$$

а сумма расстояний в клетках с увеличивающейся загрузкой

$$c_{12} + c_{23} = 8 + 10 = 18$$

Оба условия соблюдены. Перемещение целесообразно;

**строка  $B_2$**  – возможно только обратное перемещение 20-ти тонн груза из клетки  $A_3 - B_2$  в клетку  $A_2 - B_2$  с компенсацией его перемещением 20-ти тонн из клетки  $A_2 - B_1$  в клетку  $A_3 - B_1$ . Но при этом сумма расстояний в клетках с уменьшающейся загрузкой будет меньше, чем сумма расстояний в клетках с увеличивающейся загрузкой. Перемещение нецелесообразно.

**строка  $B_3$**  – имеется возможность перемещения 10 тонн груза из клетки  $A_3 - B_3$  в клетку  $A_2 - B_3$  и компенсировать его перемещением 10-ти тонн из клетки  $A_2 - B_2$  в клетку  $A_3 - B_2$ . При этом сумма расстояний в клетках с уменьшающейся нагрузкой ( $c_{22} + c_{33} = 7+20=27$ ), будет равна сумме расстояний в клетках с увеличивающейся загрузкой ( $c_{32} + c_{23} = 17 + 10 = 27$ ). Перемещение нецелесообразно.

м) Пробуем оптимизировать закрепление потребителей за поставщиками перемещением загрузки клеток **по вертикали**. Производится по правилам пункта г) этапа 1:

**столбец  $A_1$**  – перемещение нецелесообразно, так как загруженная клетка  $A_1 - B_1$  имеет кратчайшее в столбце расстояние;

**столбец  $A_2$**  – есть возможность перемещения 20-ти тонн груза из клетки  $A_2 - B_1$  в клетку  $A_2 - B_2$  и компенсировать его перемещением 20-ти тонн

груза из клетки  $A_3 - B_2$  в клетку  $A_3 - B_1$ . Однако суммарное расстояние в клетках с уменьшающейся загрузкой ( $c_{12} - c_{23} = 8 + 10 = 18$ ) меньше, чем в клетках с увеличивающейся загрузкой ( $c_{22} - c_{13} = 7 + 23 = 30$ ). Перемещение нецелесообразно;

**столбец  $A_3$**  – имеется возможность перемещения 10-ти тонн груза из клетки  $A_3 - 3_j$  в клетку  $A_3 - B_2$  и компенсировать его перемещением 10-ти тонн груза из клетки  $A_2 - B_2$  в клетку  $A_2 - B_3$ . Но при этом суммарное расстояние в клетках с уменьшающейся загрузкой ( $c_{22} + c_{33} = 7 + 20 = 27$ ) равно суммарному расстоянию в клетках с увеличивающейся загрузкой ( $c_{32} + c_{23} = 17 + 10 = 27$ ). Перемещение нецелесообразно;

н) Строим новую симплексную таблицу 9.3 состояния системы в 1-м этапе с учетом результатов действий этапа 1.

Таблица 9.3 – Состояние системы после 1-го этапа решения

Потребители, $B_i$	Вспомогательная U V	Поставщики, $A_j$			Потребность в грузе, т.
		$A_1$	$A_2$	$A_3$	
		-1	3	0	
$B_1$	11	$c_{11}=12$ + 15	$c_{12}=8$ -25	$c_{1j}=23$	$b_1=40$
$B_2$	10	$c_{21}=14$	$c_{22}=7$ 60 +	$c_{2j}=10$ - 20	$b_2=80$
$B_3$	20	$c_{i1}=20$ -	$c_{i2}=17$	$c_{ij}=20$ + 10	$b_i=10$
Наличие груза, т.		$a_1=15$	$a_2=85$	$a_j=30$	130

п) Проверяем объем транспортной работы по формуле (9.1) и, сравниваем его с объемом транспортной работы при начальном состоянии системы.

Проверка:

- транспортная работа по таблице 9.2:

$$V_{mp} = \sum C_{ij} b_{ij} = 12 * 15 + 8 * 5 + 23 * 20 + 14 * 0 + 7 * 60 + 10 * 20 + 20 * 0 + 17 * 0 + 20 * 10 = 1440 \text{ткм}$$

- транспортная работа по таблице 9.3:

$$V_{mp} = \sum C_{ij} b_{ij} = 12 * 15 + 8 * 25 + 23 * 0 + 14 * 0 + 7 * 80 + 10 * 0 + 20 * 0 + 17 * 0 + 20 * 10 = 1160 \text{ткм}$$

Следовательно, закрепление за поставщиками по таблице 9.3 более целесообразно.

Этап 2 – проверка на оптимальность закрепления потребителей за поставщиками:

а) Проверка производится с помощью специальных вспомогательных показателей, которые называются **потенциалами**.

Потенциалы бывают:

- для столбцов и обозначаются – «U»;

- для строк и обозначаются – «V».

Основное свойство потенциалов – разность между потенциалом строки и потенциалом столбца равна расстоянию, указанному в клетке

$$V_i - U_j = c_{ij} \quad (9.2)$$

Следовательно

$$V_i = U_j + c_{ij}, \quad (9.3)$$

$$U_j = V_i - c_{ij} \quad (9.4)$$

Потенциалы определяются только через загруженные клетки.

б) Определяем столбец с нулевым потенциалом  $U_3 = 0$ . Это будет столбец, содержащий загруженную клетку с **наибольшим** расстоянием  $c_{33}$ . В нашем примере это будет столбец  $A_3$ , содержащий клетку  $A_3 - B_3$  с расстоянием  $c_{33} = 20$  км. Проставляем нулевой потенциал в таблице 9.3

в) Зная потенциал столбца  $A_3 = 0$  и расстояния  $c_{33}$  в загруженных клетках  $A_3 - B_2$  и  $A_3 - B_3$ , по формуле (9.3) можем определить потенциалы строк  $B_2$  и  $B_3$

$$V_2 = U_j + c_{2j} = 0 + 10 = 10,$$

$$V_i = U_j + c_{ij} = 0 + 20 = 20$$

г) Зная потенциал строки  $B_2$ , по формуле (9.4) можем определить потенциал столбца  $A_2$

$$U_2 = V_2 - c_{21} = 10 - 7 = 3$$

д) Зная потенциал столбца  $A_2$ , по формуле (9.3) можем определить потенциал строки  $B_1$

$$V_1 = U_2 + c_{12} = 3 + 8 = 11$$

е) Зная потенциал строки  $B_1$ , можем определить потенциал столбца  $A_1$  по формуле (9.3)

$$U_2 = V_1 - c_{11} = 11 - 12 = -1$$

Заносим потенциалы в таблицу 9.4

ж) Необходимо помнить, что для нахождения всех численных значений потенциалов необходимо, чтобы число загруженных клеток ( $n_{з.к}$ ) в таблице – матрице было равно сумме основных столбцов ( $n$ ) и строк ( $m$ ) минус единица

$$n_{з.к} = n + m - 1 \quad (9.5)$$

Если  $n_{з.к} < n + m - 1$ , то необходимо искусственно загрузить недостающее число клеток, проставив в них нули (нулевую загрузку) и оперировать с ними как с загруженными. Нули ставятся в клетки, имеющие потенциал в строке или столбце.

и) Отыскиваем незагруженные клетки, у которых разность потенциалов больше расстояния, указанного в клетке

$$V_i - U_j > c_{ij} \quad (9.6)$$

Наличие таких клеток указывает на не оптимальность имеющегося в таблице решения. В нашем примере это клетка  $A_1 - B_i$ , у которой

$$V_i - U_1 = 20 - (-1) = 21 > c_{i1} = 20$$

к) Для этих клеток определяем число

$$d_{ij} = V_i - U_j - c_{ij} \quad (9.7)$$

Для нашего примера это клетка  $A_1 - B_3$ , для которой

$$d_{i1} = V_i - U_1 - c_{i1} = 20 - (-1) - 20 = 1$$

Вносим значения  $d_{33}$  в кружке в верхний левый угол этих клеток.

*Этап 3* – улучшение полученного результата с помощью построения контуров.

а) Находим клетку с максимальным положительным числом  $d_{ij}$  в кружке. В нашем примере это клетка  $A_1 - B_1$  с  $d_{31}=1$ .

б) Начиная с этой клетки, строим контур, вершины которого должны лежать в загруженных клетках.

в) Всем вершинам контура присваиваем последовательно знаки «минус» и «плюс» начиная с вершины, с которой начато построение. В нашем примере – это вершина, находящаяся в клетке  $A_1 - B_3$ .

г) Из всех вершин со знаком «плюс» выбираем вершину с наименьшей загрузкой. В нашем примере – это вершина, лежащая в клетке  $B - A_3$  с загрузкой 10 тонн. Эту загрузку отнимаем от загрузки клеток с вершинами со знаком «плюс» и прибавляем к загрузкам клеток с вершинами со знаком «минус».

В нашем примере:

- клетка  $A_1 - B_1$   $15 - 10 = 5$  тонн;
- клетка  $A_2 - B_1$   $25 + 10 = 35$  тонн;
- клетка  $A_2 - B_2$   $60 - 10 = 50$  тонн;
- клетка  $A_3 - B_2$   $20 + 10 = 30$  тонн;
- клетка  $A_3 - B_3$   $10 - 10 = 0$  тонн;
- клетка  $A_1 - B_3$   $0 + 10 = 10$  тонн;

д) Строим новую таблицу–матрицу, в которую вносим пересчитанные загрузки клеток и не измененные загрузки клеток (таблица 9.5).

Таблица 9.5 – Состояние системы на 3 этапе

Потребители	Вспомогательная	Поставщики			Потребность в грузе, т.
		$A_1$	$A_2$	$A_j$	
	U	-1	3	0	
	V				
$B_1$	11	$c_{11}=12$ 5	$c_{12}=8$ 35	$C_{13}=23$	$b_1=40$
$B_2$	10	$c_{21}=14$	$c_{22}=7$ 50	$c_{23}=10$ 30	$b_2=80$
$B_i$	20	$C_{31}=20$ 10	$C_{32}=17$	$C_{33}=20$	$b_i=10$
Наличие груза, т.		$a_1=15$	$a_2=85$	$a_j=30$	130

#### Этап 4 и последующие этапы

а) Повторяем действия пунктов и), к) этапа 1 и пунктов этапа 2 до тех пор, пока не исчезнут клетки с положительным числом «d». Таблица с таким результатом несет в себе окончательное решение с оптимальным закреплением потребителей за поставщиками.

б) Производим проверку объема транспортной работы и по разности ее с объемом при предварительном распределении оцениваем достигнутую степень оптимальности закрепления поставщиков за потребителями.

#### Задание №9. Закрепление грузополучателей за грузоотправителями.

Исходные данные:

В пунктах отправления грузов  $A_1, A_2, A_3$  имеется груз в количестве, который необходимо отправить потребителям  $B_1, B_2, B_3$  в количестве соответственно (см. таблицу 9.6). Расстояния между пунктами ( $C_{ij}$  км) указаны в таблице 9.7

Требуется определить вариант перевозок с наименьшим объемом транспортной работы в тонно-километрах ( $m \cdot км$ ).

Таблица 9.6 - Варианты заданий для минимизации транспортной работы

Вариант	Пункты отправления грузов			Потребители грузов		
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$B_1$	$B_2$	$B_3$
1	10	15	25	25	10	15
2	30	25	15	30	25	15
3	25	25	50	30	40	40
4	25	35	40	50	25	25
5	40	40	20	40	40	20
6	60	20	40	40	40	40
7	40	20	40	30	50	20
8	20	50	40	20	50	40
9	10	15	25	15	10	25
10	30	40	40	25	25	50
11	25	10	15	10	15	25
12	30	25	15	30	25	15
13	50	25	25	25	35	40

14	40	40	20	40	40	20
15	20	50	40	20	50	40
16	25	10	15	10	15	25
17	30	25	15	30	25	15
18	30	40	40	25	25	50
19	50	25	25	25	35	40
20	40	40	20	40	40	20
21	40	40	40	60	20	40
22	30	50	20	50	20	30
23	20	50	40	20	50	40
24	15	10	25	10	15	25
25	25	25	50	30	40	40
26	10	15	25	25	10	15
27	30	25	15	30	25	15
28	25	35	40	50	25	25
29	40	40	20	40	40	20
30	20	50	40	20	50	40

Таблица 9.7 - Расстояния между грузоотправителями и грузополучателями

Потребители	Поставщики		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Б <sub>1</sub>	c <sub>11</sub> =12км	c <sub>12</sub> =8км	c <sub>13</sub> =23км
Б <sub>2</sub>	c <sub>21</sub> =14км	c <sub>22</sub> =7км	c <sub>23</sub> =10км
Б <sub>3</sub>	c <sub>31</sub> =20км	c <sub>32</sub> =17км	c <sub>33</sub> =20км

## Контрольные вопросы

1. Написать формулы для определения технической скорости, эксплуатационной скорости.
2. Пояснить порядок расчета времени наряда, времени работы на маршруте, среднего значения времени ездки и оборота на основании данных путевого листа.
3. Пояснить порядок расчета общего пробега автомобиля, пробега с грузом, холостого, нулевого, времени движения и времени простоя при загрузке и разгрузке по результатам работы автомобиля за рабочий день (смену).
4. Пояснить порядок расчета списочного парка подвижного состава, среднесписочного парка, плановых показателей коэффициентов технической готовности и выпуска автомобилей на линию.
5. Написать формулы для расчета коэффициентов технической готовности, выпуска на линию, использования парка.
6. Назвать показатели, характеризующие:
  - a. состав парка;
  - b. состояние парка.
7. Написать формулы для расчета коэффициента использования пробега за одну ездку, за оборот, за рабочий день (смену).
8. Пояснить порядок расчета пробега автомобиля за оборот, за смену, коэффициента использования пробега за оборот, за смену.
9. Пояснить, за счет чего различаются показатели коэффициента использования пробега на маршруте (за оборот) и за смену (рабочий день).
10. Порядок расчета производительности подвижного состава при выполнении перевозок грузов.
11. Пояснить по результатам решения вашего варианта – за счет каких показателей производительность выбранного вами автомобиля оказалась больше, чем производительность других автомобилей.
12. Что означает понятие «равноценное расстояние».
13. Чем объясняется, что производительность универсального и специализированного подвижного состава меняется по-разному.
14. Поясните на вашем примере, как меняется производительность подвижного состава в зависимости от расстояния перевозок.
15. Пояснить порядок определения производительности подвижного состава при выполнении перевозок.
16. Пояснить, при каких условиях производительность автопоезда с полуприцепом может быть выше, чем производительность автопоезда с прицепом.

17. Написать и объяснить формулы для расчета потребности в подвижном составе для выполнения перевозок.
18. Показать на схеме полный маршрут движения автомобиля начиная от выезда из парка и до возвращения в парк при выполнении перевозок.
19. Поясните, какой вариант организации перевозок вы выбрали и почему.
20. За счет каких показателей выбранный вами вариант перевозок оказался более эффективен альтернативного.
21. Как определяется коэффициент использования грузоподъемности автомобиля на развозочно-сборном маршруте.
22. Определите значение коэффициента использования грузоподъемности на одном из участков маршрута по вашему варианту.
23. Пояснить порядок расчетов потребного количества автомобилей для выполнения перевозок по вашему варианту задания

## Перечень рекомендуемой литературы

### Основная:

- 1.Аникин Б.А. Логистика [Текст] учеб. пособие / Б.А. Аникин Б.А. Т.А. Родкина.— М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. - 408 с.
- 2.Аникин Б.А. Коммерческая логистика [Текст] учеб. пособие / Б.А. Аникин Б.А. А.П. Тяпухин.— М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. - 432с.
- 3.Аникин Б.А. Логистика: тренинг и практикум [Текст] учеб. пособие / Б.А. Аникин Б.А. Т.А. Родкина.— М.: Изд-во Проспект, 2010. - 448 с.
- 4.Афанасенко ,И.Д. Логистика снабжения [Текст] учебник / И.Д.Афанасенко , В.В. Борисова. СПб.: Питер, 2010, 336с.

### Дополнительная:

- 5.Гаджинский, А. М. Практикум по логистике [Текст] учеб. пособие /. А. М Гаджинский. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К» 2006. – 260 с.
- 6.Логистика: Учебник для высших учебных заведений Гаджинский, А. М. М.: Издательско-торговая компания «Дашков и К», 2003 –408 с
7. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики [Текст] учеб. пособие / под ред. В. С. Лукинского. СПб.: Питер, 2008, 448 с.  
Гаджинский, А. М.
- 8 Неруш, Ю.М. Логистика. [Текст] учебник /. Ю.М. Неруш. Ю.М. М.: Юнити-Дана, 2004, 495 с
- 9 Вельможин А.В. и др. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками: Учеб. для вузов. Волгоград, 2000.
- 10 Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: изд. центр «Академия», 2004.
- 11 Хлевной *И.И.* Грузовые автомобильные перевозки: Учебное пособие. СПб ГАСУ, 2003.

Исинтаев Такабай Исинтайулы,  
Салыков Булат Рахимжанович

## **ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА**

Практикум и задания для практических работ

Редактор Рыспаев К.С.

Заказ № 9261, тираж 500

Гарнитура Times New Roman.

Формат 60\*84/18. Бумага SvetoCory

Отпечатано в типографии РГП КГУ имени А. Байтурсынова  
100000, г.Костанай, ул. Байтурсынова, 47