

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности 1-37 01 06
«Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»
очной и заочной и форм обучения*



Могилев 2023

УДК 656.13
ББК 39.38
А22

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей»
«15» ноября 2022 г., протокол № 4

Составители: ст. преподаватель С. Ю. Билык;
ст. преподаватель О. А. Пономарева

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

Методические рекомендации предназначены к практическим работам по дисциплине «Автомобильные перевозки, транспортная система и безопасность движения» для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей».

Учебно-методическое издание

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Ответственный за выпуск	О. В. Билык
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

1 Грузы, грузопотоки, технико-эксплуатационные показатели подвижного состава.....	4
2 Организация движения подвижного состава. Организация грузовых перевозок.....	6
3 Перевозка грузов в контейнерах и на поддонах.....	9
4 Организация и планирование погрузочно-разгрузочных работ.....	11
5 Нормирование расхода топлива.....	14
6 Дорожные условия и безопасность движения.....	17
7 Пассажирские автомобильные перевозки.....	18
8 Организация перевозки грузов по Конвенции CMR.....	20
9 Разработка маршрутов движения автотранспортного средства в международном сообщении.....	23
10 Организация международных автомобильных перевозок грузов по транзитной системе МДП.....	25
11 Организация международных автомобильных перевозок грузов по Европейскому соглашению о международной перевозке опасных грузов (ДОПОГ).....	28
12 Моделирование транспортных сетей и определение кратчайших расстояний.....	30
13 Закрепление потребителей груза за поставщиками при оптимальных грузопотоках.....	36
Список литературы.....	46

1 Грузы, грузопотоки, технико-эксплуатационные показатели подвижного состава

Транспортные связи между поставщиками и потребителями характеризуются количеством доставляемых грузов – объемом перевозок. Объем перевозок, грузооборот и грузопотоки, их величины, структура, время освоения и коэффициенты неравномерности имеют важное значение при выборе типа подвижного состава, его количества и организации транспортного процесса.

Умение строить эпюры, схемы грузопотоков и картограммы поможет хорошо разобраться в параметрах, определяющих объем перевозок, грузопоток и грузооборот, методах определения грузооборота.

Основные формулы для решения задач:

$$Q = \frac{q \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta \cdot V_T \cdot A_{\text{Э}} \cdot T_M \cdot D}{l_{\text{ез}} + V_T \cdot \beta \cdot t_{\text{пр}}};$$

$$P = \frac{q \cdot \gamma_g \cdot \beta \cdot V_T \cdot l_{\text{ез}} \cdot A_{\text{Э}} \cdot T_M \cdot D}{l_{\text{ез}} + V_T \cdot \beta \cdot t_{\text{пр}}};$$

$$t_H = \frac{\sum l_H}{V_T \cdot A_{\text{Э}}}.$$

Решение типовой задачи

Десять автомобилей МА3-53352 с прицепом общей грузоподъемностью $q = 16$ т работают в течение $T_H = 44$ ч на перевозке 2088 т груза на расстояние 48 км. Определить γ_{cm} автомобилей, если $V_T = 48$ км/ч, $t_{\text{пр}} = 0,5$ ч. Общий нулевой пробег каждого автомобиля за время перевозок – 24 км.

Время нулевого пробега

$$t_H = \frac{l_H}{V_T} = \frac{24}{48} = 0,5 \text{ ч.}$$

Время работы автомобиля на маршруте

$$T_M = T_H - t_H = 44 - 0,5 = 43,5 \text{ ч.}$$

Статический коэффициент использования грузоподъемности

$$\gamma_{cm} = \frac{Q \cdot (l_{\text{ез}} + V_T \cdot \beta \cdot t_{\text{пр}})}{q \cdot \beta \cdot V_T \cdot A_{\text{Э}} \cdot T_M \cdot D} = \frac{2088 \cdot (48 + 48 \cdot 0,5 \cdot 0,5)}{43,5 \cdot 10 \cdot 16 \cdot 0,5 \cdot 48} = 0,75.$$

Задачи для самостоятельного решения

1 Комплексная бригада в составе 10 автомобилей-самосвалов КамАЗ-5511 осуществляет перевозку щебня на строительство автомобильной дороги. Условия перевозок: средняя $l_{ez} = 9$ км; $V_T = 36$ км/ч; $t_{np} = 7$ мин; $T_m = 12$ ч. За сколько дней бригада перевезет 166400 т щебня?

2 Рассчитать Q и P в прямом и обратном направлениях, найти l_{cp} . Построить эпюры грузопотоков. Расстояние между пунктами А и Б равно 10 км, а между Б и В – 15 км. Объем перевозок из пунктов отправления в пункты назначения приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Объем перевозок грузов

Пункт отправления	Объем перевозок, т			
	Пункт назначения			
	А	Б	В	Итого по отправлению
А	–	100	300	400
Б	200	–	150	350
В	200	250	–	450
Итого по прибытии	400	350	450	

3 Определить Q и P десяти автопоездов в составе автомобилей-тягачей КамАЗ-5320 с прицепом ГКБ-8350 общей грузоподъемностью 16 т за месяц (30 дней). Условия перевозок: $T_m = 12$ ч; $l_{ez} = 60$ км; $V_T = 50$ км/ч; $t_{np} = 1,5$ ч; $\gamma_{cm} = \gamma_d = 0,8$; $\beta = 0,83$; $\alpha_v = 0,75$. На сколько процентов увеличится Q и P автомобилей при сокращении t_{np} до 1,2 ч и повышении α_v до 0,85?

4 Дневная производительность автомобиля МАЗ-5335 при перевозке железобетонных изделий $P = 1024$ т·км; $q = 8$ т; $V_T = 40$ км/ч; $\gamma_{cm} = \gamma_d = 1$; $t_{np} = 48$ мин; $l_{ez} = 42$ км; $l_n = 20$ км за день. Определить T_n и Q .

5 Годовой объем руды из карьера на обогатительную фабрику $Q = 6570000$ т. Определить потребное количество автомобилей-самосвалов БелАЗ-549, если:

а) $q = 75$ т; $\gamma_{cm} = 1$; $l_{ez} = 5$ км; $V_T = 20$ км/ч; $\beta = 0,5$; $t_{np} = 15$ мин; $T_n = 15$ ч; $l_n = 20$ км за день; $\alpha_v = 0,8$;

б) $V_T = 24$ км/ч; $t_{np} = 12$ мин; $\alpha_v = 0,85$; остальные данные аналогичны варианту а.

6 Автобаза заключила договор на перевозку 400 т груза на расстояние 65 км. Груз перевозится в одном направлении. Определить T_n десяти автомобилей МАЗ-5335 с прицепом общей грузоподъемностью $q = 16$ т, если $V_T = 44$ км/ч; $t_{np} = 0,5$ ч; $\gamma_{cm} = 0,9$. Общий нулевой пробег автомобилей за время перевозок $l_n = 420$ км.

7 Построить график зависимости Q_v и P_v автомобиля:

а) от изменения β в пределах от 0,5 до 0,9, если $q = 14$ т; $\gamma_{cm} = \gamma_d = 0,8$; $l_{ez} = 60$ км; $V_T = 45$ км/ч; $t_{np} = 1,2$ ч;

б) от изменения l_{ez} в пределах от 20 до 60 км при $\beta = 0,5$.

8 Определить количество автомобилей КамАЗ-53212, необходимых для перевозки 1180 т груза на расстояние 20 км в течение 10 ч. Груз перевозится в одном направлении; $t_{np} = 0,6$ ч; $V_T = 40$ км/ч; $\gamma_{cm} = 1$. Суммарный нулевой пробег всех автомобилей за время перевозок составил 440 км.

9 Определить количество автомобилей МАЗ-5432, необходимых для освоения грузопотока 1705 т/сут. Перевозка по маятниковому маршруту в одном направлении; $V_T = 50$ км/ч; $\gamma_{cm} = 1$; $l_{ee} = 50$ км; $t_{np} = 1$ ч; $\alpha_e = 0,8$; суммарный нулевой пробег всех автомобилей $l = 150$ км. Время в наряде – 16 ч в сутки.

10 Десять автомобилей МАЗ-53352 с прицепом общей грузоподъемностью $q = 16$ т работают в течение недели ($D_{раб} = 5$ дн.) на перевозке 1580 т груза на расстояние 50 км. Определить γ_{cm} автомобилей, если $V_m = 50$ км/ч; $t_{np} = 1$ ч; $T_{cm} = 8$ ч. Суммарный нулевой пробег всех автомобилей за время перевозок равен 250 км.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое объем перевозок, грузооборот, грузопотоки?
- 2 Что такое партия груза, массовые и мелкопартионные перевозки?
- 3 Принципы классификации грузов.
- 4 Что называется структурой грузооборота?
- 5 Как определяется коэффициент неравномерности объема перевозок и грузооборота?
- 6 Как определяется коэффициент неравномерности грузопотоков?
- 7 Как строится эпюра грузопотоков?

2 Организация движения подвижного состава. Организация грузовых перевозок

Для повышения эффективности работы автомобильного транспорта необходимо рационально использовать подвижной состав в конкретных условиях эксплуатации, оказывающих существенное влияние на конечные результаты работы. Перед работниками службы эксплуатации, диспетчерской службы встает задача выбора для перевозки подвижного состава, обеспечивающего необходимую производительность и высокую эффективность.

При выборе подвижного состава исходят из требования обеспечить минимум затрат, связанных с доставкой груза.

Основные формулы для решения задач:

$$P = q \cdot \gamma_{\phi} \cdot l_{ee};$$

$$\beta = \frac{l_{ee}}{l_m}; \quad \gamma_c = \frac{q_{\phi}}{q}; \quad \gamma_{\phi} = \frac{P_{\phi}}{P}.$$

Решение типовой задачи

Замена маятниковых маршрутов на кольцевой способствовала повышению β с 0,5 до 0,75. Определить процент прироста Q за 1 ч работы автомобиля, если $q = 8$ т; $l_{ez} = 24$ км; $V_T = 48$ км/ч; $t_{np} = 0,5$ ч; $\gamma_{cm} = 0,75$.

Часовая производительность при $\beta_1 = 0,5$

$$W_{Q_1} = \frac{q \cdot \gamma_{CT} \cdot \beta_1 \cdot V_T}{l_{ez} + V_T \cdot \beta_2 \cdot t_{np}} = \frac{8 \cdot 0,75 \cdot 0,5 \cdot 48}{24 + 48 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 4 \text{ т/ч.}$$

Часовая производительность при $\beta_2 = 0,75$

$$W_{Q_2} = \frac{q \cdot \gamma_{CT} \cdot \beta_2 \cdot V_T}{l_{ez} + V_T \cdot \beta_2 \cdot t_{np}} = \frac{8 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 48}{24 + 48 \cdot 0,75 \cdot 0,5} = 6 \text{ т/ч.}$$

Процент прироста часовой производительности

$$W_{Q_1-Q_2} = \frac{6-4}{4} \cdot 100 = 50 \text{ \%}.$$

Задачи для самостоятельного решения

1 Рассчитать производительность Q и P автомобиля МАЗ-5335 на кольцевом маршруте (рисунок 2.1), если $T_n = 9$ ч; $V_T = 36$ км/ч; $t_n = 10$ мин за оборот, а $\gamma_{cm} = \gamma_d$ и t_{np} на маршруте равны (таблица 2.1).

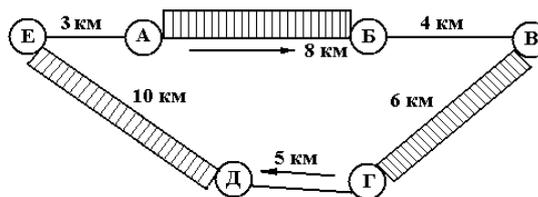


Рисунок 2.1 – Схема кольцевого маршрута

Таблица 2.1 – Исходные данные

Участок	γ_{cm}	t_{np} , МИН
АБ	1	30
ВГ	0,8	45
ДЕ	0,9	30

2 Маятниковый развозочный маршрут (рисунок 2.2) обслуживается автопоездами в составе КамАЗ-5410 с полуприцепом грузоподъемностью 14 т.

В течение 16 ч автопоездами выполнена на маршруте транспортная работа $P = 10350$ т·км. Средняя эксплуатационная скорость на маршруте – 15 км/ч. Сколько автопоездов работает на маршруте?

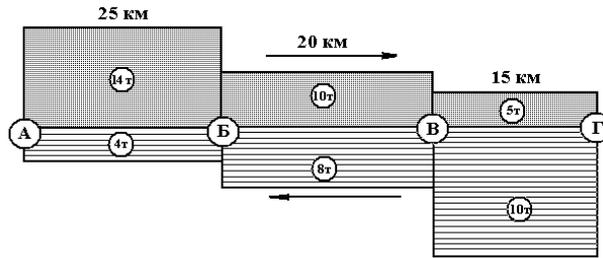


Рисунок 2.2 – Схема маятникового развозочного маршрута

3 На кольцевом маршруте 15 автомобилей МАЗ-5335 ($q = 8$ т) за день перевезли 900 т груза. Условия перевозок: $\gamma_{см} = 0,75$; средняя $l_{ез} = 14$ км; $\beta = 0,7$; $l_n = 30$ км за день для каждого автомобиля. Определить общий пробег автомобиля за день.

4 На маятниковом маршруте пять автомобилей МАЗ-5549 выполнили транспортную работу $P = 5400$ т·км. Условия перевозок: $\gamma_{д} = 0,75$; $l_{ез} = 15$ км; $\beta = 0,75$; $l_n = 20$ км за день для каждого автомобиля. Определить общий пробег автомобиля за день.

5 На кольцевом маршруте работал автопоезд (рисунок 2.3) общей грузоподъемностью 16 т. За день работы он совершил один оборот и выполнил грузооборот $P = 2640$ т·км. Определить, с каким динамическим коэффициентом использования грузоподъемности работал автопоезд на маршруте.

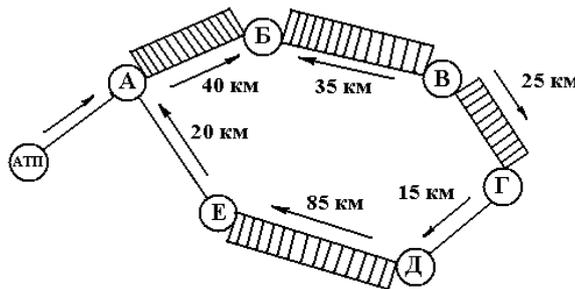


Рисунок 2.3 – Схема кольцевого развозочного маршрута

6 Автомобили-тягачи МАЗ-5335 с прицепом общей грузоподъемностью 16 т доставляют кислород в пакетах на поддонах. В прямом направлении перевозится 16 пакетов с наполненными баллонами, а в обратном – с порожними. Масса пакета с восемью наполненными баллонами – 0,8 т, с порожними – 0,7 т; $Q_{год} = 220320$ т. Определить потребное количество автопоездов для выполнения $Q_{год}$, приняв 255 рабочих дней в году, если длина ездки равна 50 км, $V_T = 50$ км/ч; t_{np} за оборот 2 ч; $T_m = 16$ ч; $\alpha_в = 0,9$.

7 На кольцевом маршруте 11 автомобилей КамАЗ-5320 ($q = 8$ т) за день

перевезли 680 т груза. Условия перевозок: $\gamma_{cm} = 0,75$; средняя $l_{ez} = 14$ км; $\beta = 0,7$; $l_n = 20$ км за день для каждого автомобиля. Определить общий пробег автомобиля за день.

8 Внедрение рациональных маршрутов при перевозке различных грузов на автомобилях МАЗ-5335 ($q = 8$ т) способствовало повышению β с 0,5 до 0,72. Определить процент прироста P за 1 ч работы автомобиля, если $l_{ez} = 14$ км; $V_T = 50$ км/ч; $t_{np} = 0,5$ ч; $\gamma_{cm} = \gamma_d = 0,75$.

9 Работая на кольцевом маршруте, 10 автомобилей МАЗ-5335 в течение $T_m = 8$ ч выполнили транспортную работу $P = 12975$ т·км. Определить среднее значение β , если средняя $l_{ez} = 25$ км; $\gamma = 1$; $V_T = 40$ км/ч; $t_{np} = 0,4$ ч.

10 С целью повышения производительности автомобилей маятниковый маршрут заменен на кольцевой, в связи с чем увеличился β с 0,5 до 0,8. Определить процент прироста P в течение $T_m = 8$ ч, если $q = 10$ т; $l_{ez} = 50$ км; $V_T = 50$ км/ч; $t_{np} = 50$ мин; $\gamma_{cm} = 0,75$.

Контрольные вопросы

1 Как производится сравнение автомобилей по производительности в зависимости от коэффициента использования пробега, среднетехнической скорости, времени погрузочно-разгрузочных работ, длины ездки с грузом?

2 Всегда ли целесообразно применение самосвалов при перевозке сыпучих и навалочных грузов?

3 В каких условиях применение автопоездов нецелесообразно?

4 Какие существуют методы выбора рациональной грузоподъемности автопоездов?

5 Из каких элементов складывается себестоимость автомобильных перевозок?

3 Перевозка грузов в контейнерах и на поддонах

Организации автомобильного транспорта заключают с клиентурой договор на перевозку грузов, в котором определены права и обязанности сторон. Необходимо знать методику планирования, порядок заключения договоров, права и обязанности сторон, понять преимущества централизованных перевозок перед децентрализованными. Следует изучить характер транспортно-экспедиционных услуг, оказываемых населению, проанализировать преимущества перевозок грузов в контейнерах и на поддонах.

Основные формулы для решения задач:

$$A_3 = \frac{Q_{sym} \cdot t_{об}}{q \cdot \gamma_{cm}}; \quad J = \frac{t_{об}}{A_3}; \quad R = \frac{1}{J}.$$

Решение типовой задачи

Годовой объем перевозок в контейнере массой брутто $q_k = 1,25$ т составляет $Q_{год} = 40000$ т; время оборота контейнера $D_{об.к} = 2$ сут; количество контейнеров $X_k = 340$; рабочих дней в году $D_p = 250$ дней. Определить γ_k .

$$\gamma_k = \frac{Q_{год} \cdot D_{об.к.}}{D_p \cdot q_k \cdot X_k} = \frac{40000 \cdot 2}{250 \cdot 1,25 \cdot 340} = 0,75.$$

Задачи для самостоятельного решения

1 Какое количество автомобилей МАЗ-5335 ($q = 8$ т) необходимо для обеспечения бесперебойного вывоза контейнеров УУК-3 в количестве 250 шт., если $t_{об}$ автомобиля на маршруте 4 ч; $\gamma_{см} = 0,8$; $D_{об.к} = 20$ ч. Рассчитать J и R автомобилей на погрузочно-разгрузочном пункте.

2 Груз перевозится в контейнерах УУК-3 массой брутто 3 т; $l_{ез} = 30$ км; $V_3 = 20$ км/ч; $\beta = 0,5$; суточный объем перевозок контейнеров – 150 шт.; перевозку осуществляют на 25 автомобилях грузоподъемностью 6 т ($q = 6$ т) при полном использовании грузоподъемности. Рассчитать $D_{об.к}$.

3 $Q_{год}$ в контейнерах массой брутто 1,25 т составляет 50000 т; $D_{об.к} = 3$ сут; $X_k = 430$; $D_p = 350$ дней. Определить γ_k .

4 Перевозку груза пакетным способом осуществляют 24 автомобиля МАЗ-5335. Коэффициент использования грузоподъемности $\gamma_{см} = 1,0$. Время одного оборота автомобиля – 2 ч. Масса укладки пакета с поддоном – 1000 кг. Время укладки пакета – 15 мин. Время на снятие груза с поддона – 15 мин. Определить необходимое количество поддонов.

5 Перевозку автомобильных покрышек осуществляют в универсальных контейнерах УУК-5 массой брутто 5 т; $Q_{сут} = 260$ т автомобильных покрышек; $D_{об.к} = 3$ дня; техническая норма загрузки контейнера при перевозке покрышек размером 260×508 равна 1950 кг. Найти X_k .

6 Определить количество специализированных ящиков-поддонов, необходимых для перевозки крепежных изделий (болтов, гаек, шайб) и организации бесперебойной работы автомобилей и погрузочных механизмов в пунктах погрузки и выгрузки, если известно, что используются автомобили грузоподъемностью $q = 4$ т; $t_n = t_p = 6$ мин для одного поддона. Объем $Q_{сут} = 400$ т; $V_T = 30$ км/ч; $l_{ез} = 18$ км; $T_m = 10$ ч; $\beta = 0,5$; $\gamma_{см} = 1,0$. На автомобиль устанавливают два поддона массой брутто $q_n = 2$ т.

7 Определить потребное число автопоездов в составе тягача МАЗ-5429 с полуприцепом МАЗ-93801, $q = 13,5$ т и контейнеров УУК-5 массой брутто 5 т для вывоза грузов с контейнерной площадки на обменные пункты, если известно, что в кузове размещается три контейнера: $D_{об.к} = 36$ ч; $\gamma_{см} = \gamma_{д} = 0,75$; $t_n = t_p = 7$ мин для одного контейнера; $l_{ез} = 20$ км; $V_T = 40$ км/ч; $T_m = 12$ ч; $\beta = 0,5$; $Q_{сут} = 625$ т.

8 Определить потребное количество автопоездов, работающих на междугородном маршруте протяженностью 189 км на перевозке контейнеров УУК-5

массой брутто 5 т. Автопоезд (МАЗ-5429 с полуприцепом МАЗ-93801) $q = 13,5$ т за езду перевозит три контейнера. Условия перевозки: $V_T = 42$ км/ч; $t_n = t_p = 7$ мин одного контейнера; $\gamma_k = \gamma_{cm} = 0,75$; $T_m = 10,4$ ч; $\beta = 1$; $Q_{cym} = 201$ т. Определить необходимое количество контейнеров для освоения грузопотока, если $D_{об.к} = 2$ сут.

9 Рассчитать потребное число автомобилей-тягачей и полуприцепов для обслуживания линии, если на ней работает тягач МАЗ-5432 с полуприцепом МАЗ-8397 грузоподъемностью $q = 20$ т; $\gamma_{cm} = 0,85$; $Q_{cym} = 340$ т в прямом и обратном направлениях. Число оборотов Z_0 автомобилей-тягачей в течение рабочего дня по участкам (рисунок 3.1) следующее: АБ – 2; БВ – 4; ВГ – 4; ГД – 1. Время оборота полуприцепа $D_{об.н} = 2$ сут.

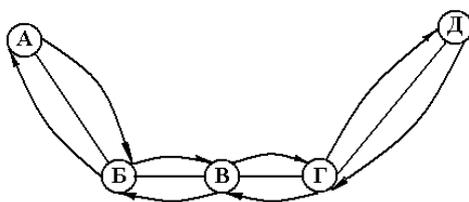


Рисунок 3.1 – Схема участкового маршрута

10 Какое количество автомобилей-тягачей КамАЗ-5320 с прицепом общей грузоподъемностью 16 т необходимо для обеспечения бесперебойного вывоза контейнеров УУК-5 в количестве 300 шт., если $t_{об}$ автомобиля на маршруте составляет 5 ч; $D_{об.к} = 20$ ч. Рассчитать интервал движения автомобилей.

Контрольные вопросы

- 1 Как планируется работа организаций автомобильного транспорта (ОАТ)?
- 2 Каково содержание договора на перевозку грузов?
- 3 Сущность централизованных перевозок.
- 4 Какую ответственность несут грузоотправители и ОАТ за невыполнение плана перевозок?
- 5 Как определить необходимое количество автопоездов (контейнеров) для осуществления регулярных автоперевозок?

4 Организация и планирование погрузочно-разгрузочных работ

При автоперевозках большую роль играет организация погрузочно-разгрузочных работ. Погрузочные и разгрузочные работы могут выполняться погрузочными механизмами непрерывного действия, периодического действия и вручную. Для выполнения этих работ разработаны нормативы простоя автомобилей под погрузочно-разгрузочными операциями. Это позволяет правильно спланировать работу подвижного состава.

Основная формула для решения задач:

$$q = \rho \cdot v,$$

где ρ – плотность, т/м³;
 v – объем, м³.

Решение типовой задачи

Объем земляных работ на участке за 20 дней составляет $Q = 174960$ т. Выемку грунта выполняют экскаваторами с емкостью ковша $V_k = 1$ м³. Плотность грунта $\rho = 2$ т/м³. Определить потребное количество экскаваторов, если $T_n = 15$ ч в сутки; время погрузки одного ковша $t_u = 30$ с; коэффициент наполнения ковша и коэффициент использования рабочего времени экскаватора равны $\eta_{nan} = \eta_u = 0,9$.

Часовая производительность экскаваторов

$$Q_q = \frac{1 \cdot 60 \cdot V_k \cdot \rho \cdot \eta_{nan}}{t_u} = 1 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 2 = 216 \text{ т/ч.}$$

Потребное количество экскаваторов

$$A_э = \frac{Q}{20 \cdot Q_q \cdot T_n \cdot \eta_u} = \frac{174960}{20 \cdot 216 \cdot 15 \cdot 0,9} = 3 \text{ экскаватора.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1 Автомобиль-самосвал КамАЗ-55102 ($q = 7$ т) в течение $T_m = 14$ ч перевозил уголь из топливного склада в котельную. Уголь на складе погрузился погрузчиком: $l_{ez} = 7$ км; $V_T = 30$ км/ч; $\beta = 0,5$. Согласно путевым листам за день выполнено 17 ездов. По нормативам время погрузочно-разгрузочных работ $t_n = t_p = 7$ мин. Рассчитать сверхнормативный простой под погрузкой и разгрузкой автомобиля.

2 Автомобиль КамАЗ-5410 с полуприцепом перевозит контейнер с контейнерной станции в промтоварный магазин в течение $T_m = 12$ ч; $l_{ez} = 14$ км; $V_T = 40$ км/ч. Погрузку трех контейнеров УУК-5 на станции осуществляют козловым краном; $t_n = t_p = 7$ мин для одного контейнера; разгрузку выполняют в магазине вручную без снятия контейнеров с автомобиля. Норма времени на выгрузку без снятия с автомобиля $t_{pp} = 31$ мин. Определить количество контейнеров, перевозимых автопоездом за день.

3 Перевозку песка из карьера осуществляют автомобили МАЗ-5549; время работ в карьере $T_m = 14$ ч; автомобили поступают под погрузку по графику равномерно: $\gamma = 1$. Рассчитать суточную производительность карьера и количество погруженных автомобилей. Норма времени $t_{np} = 5$ мин.

4 Перевозку угольной породы в отвал осуществляют автомобили-самосвалы КамАЗ-5511 ($q = 10$ т); $l_{ez} = 12$ км; $V_T = 40$ км/ч; $\gamma_{cm} = 1$; $\beta = 0,5$; по-

грузка породы производится бункером; поступление автомобилей под погрузку с интервалом 3 мин. Вычислить необходимое количество автомобилей-самосвалов для вывоза породы, если $t_{np} = 6$ мин.

5 Автомобили МАЗ-5335 ($q = 8$ т) перевозят грузы в мешках. Погрузка осуществляется механизированным, а разгрузка – ручным способом: $V_T = 36$ км/ч; $l_{ez} = 19,5$ км; $\gamma_{cm} = 1$; $\beta = 0,5$; $T_m = 12$ ч; поступление автомобилей под погрузку с интервалом 6 мин. Вычислить потребное количество автомобилей для перевозки груза, если $t_n = 19$ мин; $t_p = 36$ мин, и суточную производительность всех автомобилей.

6 Погрузка картофеля в сетках массой 40 кг на автомобиле осуществляется с помощью ленточного конвейера; $V_{л} = 1,2$ м/с; расстояние между двумя сетками картофеля на ленте $a = 2$ м; коэффициент использования рабочего времени $\eta_u = 0,75$. Рассчитать t_n автомобиля МАЗ-5335 при $\gamma_{cm} = 1$.

7 Зерноуборочные комбайны обслуживают автомобили-самосвалы грузоподъемностью $Q = 6$ т; производительность разгрузочного механизма комбайна – 30 т/ч. Сколько ездов сделает автомобиль, если $T_m = 13$ ч; $l_{ez} = 15$ км; $V_T = 30$ км/ч; $\gamma_{cm} = 1$; $\beta = 0,5$, с учетом взвешивания $t_p = 10$ мин ?

8 Выемку грунта выполняют экскаватором с емкостью ковша 1 м^3 . Плотность грунта – 2 т/м^3 . Определить потребное количество экскаваторов, если $T_n = 15$ ч в сутки; $t_{ц} = 30$ с; коэффициент наполнения ковша и коэффициент использования рабочего времени экскаватора равны $0,9$; $Q_{cym} = 11664$ т.

9 Автомобиль-цистерна с прицепом-цистерной общим эксплуатационным объемом цистерн, равным 12100 л, перевозит топливо с нефтебазы на заправочные станции. Определить суточную производительность автопоезда при $T_m = 12$ ч; $V_T = 40$ км/ч; $\beta = 0,5$; $l_{ez} = 30$ км; норма времени на залив или слив топлива самотеком равна 1 мин/т.

10 Автомобиль КамАЗ-5410 с полуприцепом перевозит контейнеры с железнодорожной станции на склад и со склада на станцию. Погрузку и разгрузку пяти трехтонных контейнеров осуществляют кранами. Норма времени $t_n = t_p = 7$ мин одного контейнера. Определить количество контейнеров, перевезенных им за день при $T_m = 12$ ч; $V_T = 40$ км/ч; $\beta = 1,0$; $l_{ez} = 24$ км.

Контрольные вопросы

1 Как определить производительность погрузочного механизма периодического действия?

2 Как определить производительность погрузочно-разгрузочного механизма непрерывного действия?

3 Как определяется коэффициент использования рабочего времени механизма?

4 Чем отличается техническая и эксплуатационная производительности погрузочно-разгрузочных механизмов?

5 Как определить время погрузки автомобиля механизмами непрерывного действия?

5 Нормирование расхода топлива

Нормирование расхода топлива – это установление допустимой величины расхода топлива для конкретной модели дорожного транспортного средства в определенных условиях эксплуатации. Нормы расхода топлива устанавливаются Инструкцией о порядке применения норм расхода топлива для механических транспортных средств, машин, механизмов и оборудования, утвержденной Постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 31.12.2008 г. № 141.

Норма расхода топлива включает линейную норму расхода, дополнительный расход топлива, норму расхода на выполнение транспортной работы и норму расхода топлива на езду с грузом самосвала (выполнение операций разгрузки одного кузова).

Линейная норма расхода топлива q_l – объем топлива, потребляемый двигателем технически исправного автомобиля на 100 км пробега в литрах.

Дополнительный расход топлива в процентах – объем топлива, потребляемый двигателем сверх установленной нормы при определенных условиях эксплуатации.

Норма расхода топлива на выполнение транспортной работы – объем топлива, потребляемый сверх линейной нормы расхода топлива двигателем автомобиля на выполнение 100 т·км транспортной работы P .

Норма расхода топлива на езду с грузом – объем топлива, потребляемый двигателем самосвала или самосвального автопоезда для выполнения операции разгрузки одного кузова (литр за езду).

Основные формулы для решения задач:

– для бортовых грузовых автомобилей нормирование топлива на маршрут

$$Q = q_l \cdot \frac{L_M}{100} + k \cdot \frac{P_\phi}{100},$$

где q_l – линейный (нормативный) расход топлива, л/100 км;

L_M – длина маршрута, км;

k – расход топлива на выполнение 100 т·км транспортной работы; принимается для автомобилей с дизельным двигателем $k_d = 1,3$ л/100 т·км; для автомобилей с бензиновым двигателем $k_b = 2,0$ л/100 т·км;

P_ϕ – фактически выполненная транспортная работа, т·км.

При работе автомобиля с прицепом транспортная работа P_ϕ увеличивается на величину $P_n = q_{общ\ n} \cdot L$ (где $q_{общ\ n}$ – вес прицепа с грузом).

Для автомобилей-самосвалов с прицепом нормирование топлива на маршрут

$$Q_M = \frac{q_{баз} \cdot L_M}{100} + k \cdot \frac{(q_{собр} + 0,5 \cdot q_{нр}) \cdot L_M}{100} + C \cdot Z,$$

где $q_{баз}$ – базовая норма расхода топлива самосвалом (принимается при работе автомобиля с нагрузкой $\gamma = 0,5$; $\beta = 0,5$);

q_{cob} – вес прицепа, т;

q_{np} – грузоподъемность прицепа;

C – расход топлива на разгрузку груза одного кузова; зависит от грузоподъемности:

- при грузоподъемности до 10 т включительно $C \leq 0,25$ л;
- при грузоподъемности от 10 до 20 т включительно $C \leq 0,5$ л;
- при грузоподъемности свыше 20 т $C \leq 1,0$ л.

При работе автомобиля-самосвала с коэффициентом использования пробега $\beta > 0,5$ нормирование расхода топлива аналогично нормированию для бортовых автомобилей, только учитывается расход топлива на разгрузку.

В зависимости от условий эксплуатации норма расхода топлива может быть увеличена или уменьшена.

Решение типовой задачи

Автомобиль МАЗ-6303-020 ($q = 13,3$ т) в течение 8 ч работал на маятниковом маршруте. Условия перевозок: $\gamma_{cm} = 0,8$; $l_{ez} = 17,5$ км; $\beta = 0,5$; $V_m = 50$ км/ч; $t_{np} = 54$ мин. Определить транспортную работу P и расход топлива за смену Q_m .

Время оборота автомобиля

$$t_{об} = t_{ос} + t_{np} = \frac{l_{ez}}{\beta \cdot V_T} + t_{np} = \frac{17,5}{0,5 \cdot 50} + \frac{54}{60} = 1,6 \text{ ч.}$$

Количество оборотов, выполняемых автомобилем за смену,

$$n_{об} = \frac{T_m}{t_{об}} = \frac{8}{1,6} = 5.$$

Транспортная работа

$$P = P_{об} \cdot n_{об} = q \cdot \gamma_{cm} \cdot l_{ez} \cdot n_{об} = 13,3 \cdot 0,8 \cdot 17,5 \cdot 5 = 931 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

Расход топлива за смену

$$Q_m = q_n \cdot \frac{l_{об} \cdot n_{об}}{100} + k \frac{P}{100} = 24,3 \cdot \frac{17,5 \cdot 5}{0,5 \cdot 100} + 1,3 \cdot \frac{931}{100} = 54,5 \text{ л.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1 Автомобиль МАЗ-5552 ($q = 9$ т) осуществляет перевозку гравия на строительство автомобильной дороги. Условия перевозок: средняя $l_{ez} = 10$ км; $V_m = 40$ км/ч; $t_{np} = 10$ мин; $T_m = 8$ ч. Определить количество перевезенного гравия Q и расход топлива за смену Q_m .

2 Автопоезд в составе МАЗ-5552 и прицепа МАЗ-8571 ($q_{a.n} = 18,4$ т) перевозит щебень с базы на строительную площадку. За смену выполнено шесть рейсов

с грузом. Условия перевозок: средняя $l_{ez} = 15$ км; $V_m = 50$ км/ч; $t_{np} = 24$ мин. Определить транспортную работу P и расход топлива Q_m .

3 Десять автомобилей МАЗ-5551-020 ($q = 10$ т) перевозят сыпучий груз на строительную площадку. Условия перевозки: средняя $l_{cp} = 10$ км; $V_m = 40$ км/ч; $t_{np} = 15$ мин; $T_m = 8$ ч. Определить транспортную работу P и расход топлива Q_m всех автомобилей.

4 Автопоезд в составе автомобиля-самосвала МАЗ-5552 ($Q_{общ} = 18,2$ т) и прицепа-самосвала МАЗ-8571 ($Q_{общ.п} = 13,4$ т) перевозит сельскохозяйственную продукцию. Условия перевозки: средняя $l_{ez} = 18$ км; $\gamma_{cm} = 0,6$ ч; $\beta = 0,5$; $V_m = 30$ км/ч; $t_{np} = 1,6$ ч. Рассчитать необходимое количество топлива для выполнения данной работы Q_m и количество перевезенного груза Q .

5 Автомобиль МАЗ-53371-037 ($q = 8,5$ т) работает на кольцевом маршруте в течение 8 ч: $l_{ez} = 142,5$ км; $\gamma_{cm} = 1$; $\beta = 0,75$; $V_s = 24$ км/ч. Определить транспортную работу P и расход топлива Q_m за оборот.

6 Автомобиль МАЗ-53371-037 с прицепом МАЗ-8926-02 ($q = 8,24$ т) работает на маятниковом маршруте в течение $T_m = 10$ ч: $l_{ez} = 20$ км; $\gamma_{cm} = 1$; $\beta = 0,5$; $V_m = 50$ км/ч; $t_{np} = 1,2$ ч. Определить количество перевезенного груза Q и расход топлива Q_m .

7 Автопоезд в составе МАЗ-54329 с полуприцепом МАЗ-938020 ($Q_{общ} = 18,8$ т) работает на междугородных перевозках: $l_m = 180$ км; $\gamma_{cm} = 1$; $\beta = 1$; $V_m = 60$ км/ч. Определить расход топлива Q_m за один оборот автомобиля.

8 Автомобиль КамАЗ-5511 перевозит сыпучий груз. Условия перевозки: средняя $l_{ez} = 25$ км; $\beta = 0,5$; $V_m = 50$ км/ч; $t_{np} = 12$ мин; $T_m = 8$ ч. Определить транспортную работу P и расход топлива Q_m за смену.

9 Автомобиль КамАЗ-5320 за смену выполнил один оборот на маршруте. Определить транспортную работу P и расход топлива Q_m , если средняя $l_{ez} = 180$ км; $\beta = 1$; $\gamma_{cm} = 1$.

10 Автомобиль-самосвал МАЗ-5516-021 ($q = 20$ т) работает на строительстве автодороги. Определить транспортную работу P и расход топлива Q_m за смену, если $l_{ez} = 20$ км; $\beta = 0,5$; $V_m = 40$ км/ч; $t_{np} = 24$ мин; $\gamma_{cm} = 1$; $T_m = 8$ ч.

Контрольные вопросы

1 Чем отличается нормирование расхода топлива для автомобиля-самосвала от бортовых грузовых автомобилей?

2 Как учитывается расход топлива при работе автомобиля в составе автопоезда?

3 Как влияют условия эксплуатации автомобиля на расход топлива?

6 Дорожные условия и безопасность движения

Быстрые темпы автомобилизации республики требуют обеспечения безопасности и эффективности дорожного движения. Одним из путей решения транспортной проблемы является совершенствование дорожных условий, средств и методов светофорного регулирования, что позволит повысить безопасность движения и пропускную способность в местах пересечений транспортных потоков. Для этого необходимо проводить исследования состояния дорожного движения, выявления опасных и «узких» мест, обоснования целесообразности введения светофорного регулирования и рациональных режимов и схем организации дорожного движения. Основные формулы для решения задач:

$$N = \frac{V \cdot 1000 \cdot n}{L_a + a};$$

$$V = \sqrt{127 \cdot R \cdot (0,3 \cdot \varphi \pm i)},$$

где R – радиус поворота дороги, м;

φ – коэффициент сцепления шины с дорогой;

i – поперечный уклон проезжей части дороги, ‰, $i = \frac{2 \cdot \chi}{v \cdot n}$;

«+», «-» – для внутренней или внешней полосы движения относительно центра поворота соответственно.

Решение типовой задачи

Определить скорость движения потока автомобилей (авт) на дороге для обеспечения пропуска 6500 авт/ч в двух направлениях, если $L_a = 10$ м, $a = 40$ м, $n = 2$ в одном направлении.

Скорость движения потока автомобилей

$$V = \frac{N \cdot (L_a + a)}{1000n} = \frac{6500 \cdot (10 + 40)}{1000 \cdot 2 \cdot 2} = 81,25 \text{ км/ч.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1 Определить радиус поворота на участке дороги I категории, который обеспечивает безопасное движение со скоростью 150 км/ч при коэффициенте сцепления $\varphi = 0,6$. Стрела выпуклости дороги $\chi = 0,3$ м; ширина полосы $v = 3,75$ м; количество полос $n = 4$.

2 Определить радиус поворота по внешней полосе движения на участке дороги II категории, который обеспечивает безопасное движение со скоростью $V = 120$ км/ч, если $\varphi = 0,45$; $\chi = 0,35$ м; $v = 3,75$ м; $n = 2$.

3 Определить максимальную безопасную скорость автомобиля при движении по внутренней полосе на участке дороги II категории с радиусом поворо-

та 391 м, если $\varphi = 0,6$; $\chi = 0,4$ м; $v = 3,75$ м; $n = 2$.

4 Определить максимальную безопасную скорость автомобиля, движущегося по внешней полосе участка дороги I категории с радиусом поворота $R_k = 910$ м, если $\varphi = 0,75$; $\chi = 0,3$ м; $v = 3,75$ м; $n = 4$.

5 Определить пропускную способность дороги II категории в двух направлениях при $n = 2$, если по ней движутся легковые автомобили длиной $L_a = 6$ м; безопасное расстояние между ними $a = 26$ м; $V = 60$ км/ч.

6 Определить необходимое количество полос движения на дороге I категории для обеспечения пропуска 5500 авт/ч в двух направлениях, если $L_a = 12$ м; $a = 32$ м; $V = 60$ км/ч.

7 Определить максимальную скорость, обеспечивающую безопасное движение автомобилей на участке дороги III категории с радиусом поворота $R_k = 290$ м, если $\varphi = 0,5$; стрела выпуклости $\chi = 0,4$ м; автомобиль движется по внутренней полосе.

8 Определить радиус поворота по внутренней полосе движения на участке дороги II категории, если $\varphi = 0,5$; стрела выпуклости $\chi = 0,4$ м; скорость движения автомобиля $V = 90$ км/ч.

9 Определить пропускную способность N дороги в одном направлении, если на ней имеются две полосы движения ($n = 2$); $L_a = 6$ м; $a = 30$ м; $V = 65$ км/ч.

10 Определить количество полос движения дороги для пропуска 3400 авт/ч в одном направлении, если $V = 60$ км/ч; $L_a = 15$ м; $a = 35$ м.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое интенсивность движения?
- 2 Как определяется поперечный уклон дороги?
- 3 Что такое стрела выпуклости дороги?
- 4 Почему поперечный уклон дороги i имеет знак «+» при движении автомобиля по внутренней полосе относительно центра поворота?

7 Пассажирские автомобильные перевозки

Автобусные перевозки организуют на определенных маршрутах, обусловливаемых размером и направлением пассажиропотоков. Движение автобусов осуществляется с определенной частотой. Время между прохождением через остановку двух последовательно движущихся автобусов называется интервалом движения. При организации движения автобусов на маршрутах необходимо учитывать скорости (эксплуатационную, техническую и сообщения) и сопоставлять их с допустимыми значениями для конкретных дорожных условий.

Основные формулы для решения задач:

$$t_{об} = t_{об} + \sum t_{но} + t_{ко}; \quad V_э = \frac{l_{об}}{t_{об}};$$

$$V_c = \frac{l_{об}}{t_{об} - t_{ко}}; \quad V_T = \frac{l_{об}}{t_{об}}; \quad \beta_{пл} = \frac{L_{пл}}{L_{общ}}$$

Решение типовой задачи

На радиальном маршруте протяженностью 10 км работают восемь автобусов с $V_T = 25$ км/час; количество остановок в рейсе $n_{пр} = 20$; $t_{но} = 30$ с; $t_{ко} = 6$ мин. Определить интервал и частоту движения автобусов на маршруте.

$$J = \frac{t_{об}}{A_3} = \frac{\frac{l_m \cdot 2}{V_T} + n_{пр} \cdot 2 \cdot t_{но} \cdot t_{ко} \cdot 2}{A_3} = \frac{\frac{10 \cdot 2 \cdot 60}{25} + 20 \cdot 2 \cdot 0,5 + 6 \cdot 2}{8} = 10 \text{ мин};$$

$$R = \frac{1}{J} = \frac{1 \cdot 60}{10} = 6 \text{ авт/ч.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1 На городском радиальном маршруте работают одиннадцать автобусов. Время движения автобуса за один рейс – 45 мин. Количество промежуточных остановок на маршруте – 14. Время простоя автобуса на каждой промежуточной остановке – 30 с, на конечной остановке – 3 мин. Определить интервал движения автобусов на маршруте.

2 В целях обслуживания пассажиров городской диаметральный маршрут сделали кольцевым, в связи с чем его длина увеличилась с 7 до 16 км. Сколько автобусов следует добавить на маршруте, чтобы сохранить $J = 8$ мин, если $V_T = 20$ км/ч; количество всех остановок увеличилось с $n_{пр1} = 20$ до $n_{пр2} = 26$; время простоя на остановках $t_{но} = 0,5$ мин; время простоя на конечной остановке $t_{ко} = 5$ мин.

3 Скоростной городской маршрут обслуживает семь автобусов, которые обеспечивают за день 140 рейсов: $T_m = 14$ ч. Определить интервал и частоту движения автобусов на маршруте.

4 На радиальном маршруте протяженностью 12 км работают восемь автобусов с $V_T = 24$ км/ч. Количество остановок $n_{пр} = 20$; $t_{но} = 18$ с; $t_{ко} = 3$ мин. Определить интервал, частоту движения автобусов на маршруте и V_3 .

5 Через остановку кольцевого маршрута городского автобуса проходит восемь автобусов в 1 ч. Сколько автобусов работает на маршруте, если $L_m = 11$ км; $V_T = 22$ км/ч; $n_{пр} = 22$; $t_{но} = 30$ с; $t_{ко} = 4$ мин.

6 Пригородный маршрут протяженностью 40 км обслуживают восемь автобусов, которые движутся с $J = 30$ мин; $n_{пр} = 8$; $t_{ко} = 6$ мин. Определить V_T , V_3 и скорость сообщения.

7 Для улучшения обслуживания пассажиров на городском тангенциальном маршруте протяженностью 12 км к восьми имеющимся промежуточным оста-

новкам добавили еще 10. Сколько автобусов надо добавить на маршрут, чтобы сохранить $J = 6$ мин; если $t_{но} = 0,5$ мин; $t_{ко} = 5$ мин; $V_T = 20$ км/ч?

8 Междугородный маршрут протяженностью 105 км обслуживают три автобуса. Их эксплуатационная скорость $V_э = 42$ км/ч; $q_{эм} = 41$ пассажир; $\gamma_{см} = 0,78$; $\eta_{см} = 2,8$ за рейс; $T_m = 15$ ч. На маршруте действует участковый тариф 2500 р. за пассажиро-километр. Фактическая суточная выручка на маршруте составила 60 тыс. р. Найти процент выполнения дневной плановой выручки на маршруте.

9 Автомобиль-такси выехал из предприятия в 6 ч 00 мин: $V_э = 42$ км/ч; $L_{общ} = 275$ км; коэффициент платного пробега $\beta_{пл} = 0,84$; средняя дальность поездки с пассажирами равна 11 км. Определить сумму выручки за день и время возвращения автомобиля-такси на предприятие, если время перерыва на отдых равно 45 мин.

10 Работая на линии, водитель легкового автомобиля сделал за день 28 ездов с пассажирами: $L_{общ} = 300$ км; коэффициент платного пробега $\beta_{пл} = 0,84$. Определить сумму выручки за день и среднюю длину поездки автомобиля-такси с пассажирами.

Контрольные вопросы

- 1 Как производится выбор и обоснование маршрута?
- 2 Из каких элементов состоит маршрут?
- 3 Какова взаимосвязь между временем оборота, интервалом и частотой движения автобусов?
- 4 Как классифицируются автобусные маршруты?
- 5 Как соотносятся скорости эксплуатационная, техническая и сообщения?
- 6 Как определяются коэффициенты сменности пассажиров и платного пробега?
- 7 Как определяется производительный пробег автобуса и такси?

8 Организация перевозки грузов по Конвенции CMR

Транспортная накладная CMR (ЦМР) – транспортный документ, наиболее широко используемый при международных перевозках грузов автомобильным транспортом. CMR выписывается для подтверждения заключения договора перевозки, который определяет ответственность отправителя, перевозчика и получателя товара. Подтверждает, что груз в момент принятия находился в надлежащем состоянии, в целой упаковке, маркировка и число мест соответствует указанным в накладной.

Отправитель заполняет графы 1–15, 21–22.

Перевозчиком заполняются графы 16–19, 23, 25–29.

Получатель груза ставит отметку в графе 24 «Груз получен».

Инструкция по заполнению бланка СМР.

В *пункте 1* указываются реквизиты грузоотправителя.

Пункт 2 содержит реквизиты грузополучателя.

В *пункте 3* указывается адрес места разгрузки.

В *пункте 4* указываются место и дата погрузки груза.

Пункт 5 содержит перечень прилагаемых документов.

В *пункт 6* заносятся знаки и номера, обозначающие класс, подкласс перевозимых опасных грузов, классифицируемых по Конвенции ДОПОГ (ГОСТ 19433–88 *Грузы опасные. Классификация и маркировка*).

Пункт 7 содержит количество мест груза.

В *пункте 8* указывается род упаковки груза (коробки картонные, ящики деревянные, бочки металлические или пластмассовые, мешки и т. д.).

Наименование груза указывается в *пункте 9*. При невозможности поместить наименования в графу 9 допустимо сокращение: смотри расшифровку в счет-фактуре (инвойсе).

В *пункте 10* указывается код груза по Гармонизированной системе или классификационный код по ТН ВЭД ЕАЭС. Для данной графы достаточно указать не менее шести знаков кода.

В *пункте 11* указывается вес брутто в килограммах, т. е. вес груза с упаковкой, а в *пункте 12* указывается объем, занимаемый грузом, в кубических метрах.

Пункт 13 – указание отправителя (таможенная и прочая обработка), реквизиты контракта купли-продажи груза (номер и дата заключения контракта) и лицензия или разрешение на вывоз, указываются реквизиты этих документов.

В *пункте 14* указывается государственный номер полуприцепа или контейнера в случае вывоза их из-за границы после временного пребывания там.

В *пункте 15* указываются условия оплаты за товар по контракту купли-продажи. В этом пункте указывается международный термин, принятый по «Инкотермс-90».

Пункт 16 заполняется перевозчиком, как правило, с помощью штампа предприятия, содержащего реквизиты перевозчика (наименование, адрес, телефон, факс).

В *пункте 17* заполняются реквизиты последующего перевозчика в случае осуществления перевозки несколькими перевозчиками.

Оговорки, касающиеся внешнего состояния груза и его упаковки, вносятся в *пункт 18* накладной.

Пункт 19 может быть заполнен только отделом расчетов после завершения перевозки. Однако в настоящее время размер фрахта устанавливается на договорных началах и поэтому, как правило, пункт 19 не заполняется.

Особые согласованные условия перевозки оговариваются в *пункте 20* СМР. В этом пункте указывается температура в камере рефрижератора, при которой должен доставляться скоропортящийся груз. В этой же графе может быть указана согласованная с перевозчиком дата доставки груза.

В *пункте 20* может быть также указано ограничение скорости движения при перевозке негабаритных, тяжеловесных и взрывоопасных грузов, а также

Контрольные вопросы

- 1 Наименование документации на груз.
- 2 Организация приемки грузов к перевозке.
- 3 Порядок заполнения и содержание накладной CMR.
- 4 Какие графы накладной CMR заполняет перевозчик?
- 5 Какие графы накладной CMR заполняет отправитель?
- 6 За какой ущерб грузу несет ответственность перевозчик?

9 Разработка маршрутов движения автотранспортного средства в международном сообщении

Комитет внутреннего транспорта Европейской экономической комиссии ООН (КВТ ЕЭК ООН) разработал Декларацию по постройке международных автомагистралей (16.09.1950 г.), и в 1975 г. был издан новый документ – Европейское соглашение о международных автомагистралях (СМА).

Согласно Конвенции СМА международная сеть «Е» представляет собой сетку основных дорог направлением север-юг и запад-восток, а также промежуточных дорог, расположенных между основными.

Направление запад-восток. Основные маршруты.

Граница Эстонии – Санкт-Петербург – Вологда – Киров – Пермь – Екатеринбург – Тюмень – Омск – Павлодар – Семипалатинск – Майкапчагай – граница Китая.

Граница Польши – Брест – Минск – Смоленск – Москва – Рязань – Пенза – Самара – Уфа – Челябинск – Курган – Петропавловск – Омск – Новосибирск – Кемерово – Красноярск – Иркутск – Улан-Удэ – Чита – Хабаровск – Владивосток.

Киев – Глухов – Курск – Воронеж – Саратов – Уральск – Актюбинск – КызылОрда – Шымкент – Жамбыл – Бишкек – Нарын – Торугарт – граница Китая.

Граница Польши – Львов – Ровно – Житомир – Киев – Полтава – Харьков – Луганск – Волгоград – Астрахань – Атырау – Бейнеу – Нукус – Бухара – Карши – Термез – граница Афганистана.

Граница Словакии – Ужгород – Львов – Тернополь – Хмельницкий – Винница – Умань – Кировоград – Днепропетровск – Донецк – Ростов-на-Дону – Минеральные Воды – Махачкала – Баку – Туркмен-Баши – Ашгабад – Мары – Чарджоу – Бухара – Самарканд – Джизак – Ташкент – Шымкент – Жамбыл – Бишкек – Алматы – Хоргос – граница Китая.

Граница Румынии – Рени – Одесса – Николаев – Херсон – Армянск – Джанкой – Керчь – Новороссийск – Сухуми – Сенаки.

Поти – Сенаки – Самтредиа – Тбилиси – Казах – Евлах – Кази – Магомет – Алят – Баку.

Граница Турции – Батуми – Самтредиа – Тбилиси – Казах – Евлах – Кази – Магомет – Алят – Баку.

Направление север-юг. Основные маршруты.

Граница Литвы – Лида – Слоним – Бытень – Кобрин – Ковель – Луцк – Тернополь – Черновцы – граница Румынии.

Граница Литвы – Лида – Слоним – Бытень – Кобрин – Ковель – Луцк – Тернополь – Черновцы – Кишинев – Одесса.

Граница Финляндии – Выборг – Санкт-Петербург – Псков – Витебск – Могилев – Гомель – Чернигов – Киев – Одесса.

Граница Норвегии – Мурманск – Петрозаводск – Санкт-Петербург – Новгород – Тверь – Москва – Тула – Орел – Курск – Белгород – Харьков – Днепрпетровск – Запорожье – Симферополь – Алушта – Ялта.

Архангельск – Вологда – Ярославль – Москва – Воронеж – Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск.

Минеральные Воды – Нальчик – Владикавказ – Тбилиси – Марнеули – Болниси – Степанаван – Ванадзор – Ереван.

Москва – Тамбов – Волгоград – Астрахань – Махачкала – Губа – Баку – Астара – граница Ирана.

Екатеринбург – Челябинск – Кустанай – Акмола – Караганда – Алматы – Бишкек – Ош – Андижан – Коканд – Ташкент – Душанбе – Нижний Пяндж – граница Афганистана.

Новосибирск – Барнаул – Ташанта – граница Монголии.

Красноярск – Абакан – Кызыл – Эрзин – граница Монголии.

Улан-Удэ – Кяхта – граница Монголии.

Якутск – Невер – граница Китая.

Свободный – Благовещенск – граница Китая.

Пример разработки маршрута.

Исходные данные: начальный пункт маршрута – Беларусь (BY), г. Могилев, конечный – Польша (PL), г. Белосток.

Рассмотрим три схемы маршрутов.

Маршрут № 1

Могилев (201 км), Минск (170 км), Лида (105 км), Гродно (19 км), п. п. Брузги (57 км), Белосток.

Пересечение границы РБ – Польша. Длина маршрута $L_1 = 552$ км.

Маршрут № 2

Могилев (201 км), Минск (195 км), Барановичи (59 км), Слоним (56 км), Волковыск (37 км), п. п. Бересговица (50 км), Белосток.

Пересечение границы РБ – Польша. Длина маршрута $L_2 = 598$ км.

Маршрут № 3

Могилев (116 км), Бобруйск (115 км), Слуцк (181 км), Слоним (56 км), Волковыск (37 км), п. п. Берестовица (50 км), Белосток.

Пересечение границы РБ – Польша. Длина маршрута $L_3 = 555$ км.

Вывод. Самым рациональным является маршрут № 1, поскольку дорожные условия наиболее благоприятные и он короче остальных (552 км). Количество погранпереходов на всех маршрутах одинаково (рисунок 9.1).

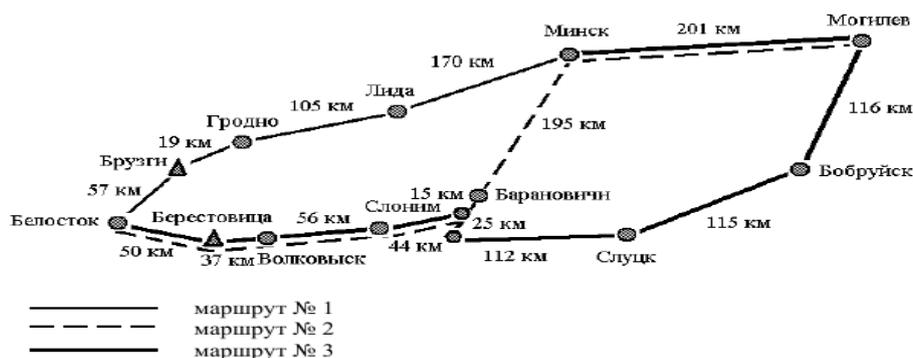


Рисунок 9.1 – Схемы маршрутов

Задание для самостоятельного выполнения

- 1 Изучить по карте сеть международных автомобильных дорог.
- 2 Получить индивидуальные задания: начальный пункт маршрута – Могилев, ВУ– конечный
- 3 Составить три возможных маршрута движения транспортного средства.
- 4 Выбрать наиболее рациональный маршрут исходя из расстояния, дорожных условий, скорости доставки (простой на погранпереходах) и т. д.

Контрольные вопросы

- 1 Обозначение дорог международной сети.
- 2 Категории международных дорог
- 3 Порядок пересечения погранпереходов.
- 4 Основные дороги международной сети, проходящие по территории Беларуси.

10 Организация международных автомобильных перевозок грузов по транзитной системе МДП

Для организации международных перевозок необходим таможенный документ – книжка МДП (CARNET TIR), которая выдается Международным союзом автомобильного транспорта (МСАТ-IRU) Белорусской ассоциации международных автомобильных перевозчиков (БАМАП-BAIRG).

БАМАП выдает под страховую гарантию 50000 долл. США и 200000 долл. для перевозки особо ценных грузов. Эта страховая сумма обеспечивает гарантию оплаты таможенных исков и сборов.

Применяемая в настоящее время книжка МДП содержит 4, 6, 14 и 20 отрывных листов и корешков и печатается на французском языке, а лицевая сторона обложки – на французском и английском. Книжка имеет свой номер.

Заполнение лицевой стороны (страница 1 обложки).

Здесь приводится перевод на русский язык с французского и английского языков по пунктам.

1 Действительна для принятия грузов таможенной места отправления до (включительно) 16.07.2019 г.

2 Выдача – Белорусская ассоциация международных автомобильных перевозчиков – BAIRC (наименование выдающего документ объединения).

3 Держатель – ПО «Могилевоблавтотранс», РБ, 212030, г. Могилев, Гомельское шоссе, 1, тел. (0222) 31-23-90 (фамилия, адрес, страна).

4 Подпись представителя объединения, выдающего документ, и печать этого объединения.

5 Подпись секретаря международной организации (заполняется до использования держателем книжки).

6 Страна отправления – Belarus.

7 Страна назначения – Schweiz.

8 Регистрационный номер дорожного транспортного средства – AA5221-6/A5313A-6.

9 Свидетельство о допуске дорожного транспортного средства (номер и дата) – № 104 до 06.02.2021 г.

10 Оознавательный номер контейнера.

11 Прочие замечания.

12 Подпись держателя книжки.

Заполнение внутренних отрывных листков.

Содержат следующую информацию по пунктам.

1 Книжка МДП № RX21129813.

2 Таможня места отправления – Mogilev Belarus.

3 Выдана – Международный союз автомобильного транспорта IRU.

4 Держатель книжки (наименование, адрес, страна) – ПО «Могилевоблавтотранс», РБ, 212030, г. Могилев, Гомельское шоссе, 1; тел. (0222) 31-31-90, тел./факс (0222) 31-31-96. (Штемпель).

5 Страна отправления – Belarus.

6 Страна назначения – Schweiz.

7 Регистрационный номер дорожного транспортного средства AA5221-6/A5313A-6.

8 Прилагаемые к манифесту документы – CMR 085667, INVOICE 1909, спецификации, сертификат и др. (заполняются из п. 5 накладной CMR). Грузовой манифест.

9 Оознавательные знаки и номера грузовых мест.

10 Число и род грузовых мест или предметов; описание грузов. 19 BIG BAGS POLYESTER CHIPS, 390760900 (заполняется из пп. 7–11 накладной CMR).

11 Вес брутто, кг – 20007.

12 Общее число мест, записанных в манифесте: место назначения; таможня *STABIO 19*.

13 Заявление водителя, что сведения, приведенные выше в п. 1–14, точны и полны.

14 Место и дата оформления книжки МДП – Mogilev 12.01.2019 г.

15 Подпись держателя книжки или его представителя.

16 Наложённые пломбы или опознавательные знаки (число, идентификация, описание наложенных пломб).

17 Таможня места отправления. Подпись должностного лица и штампель таможни с датой – 12.01.2019 г.

18 Свидетельство о принятии груза к таможенному оформлению (таможня места отправления или промежуточная таможня при въезде).

19 Наложённые печати и пломбы или опознавательные знаки признаны неповрежденными (*при исправных печатях и пломбах квадрат перечеркивается представителем таможни*).

20 Продолжительность транзитной перевозки.

21 Зарегистрировано таможней (какой) за № ____.

22 Разное (установленный маршрут, таможня, где должен быть представлен груз, и т. д.).

23 Подпись должностного лица таможни и штампель таможни с датой.

24 Свидетельство о произведенном таможенном оформлении (промежуточная таможня при выезде или таможня места назначения).

25 Число грузовых мест, в отношении которых удостоверено прекращение операции МДП.

26 Оговорки при оформлении.

27 Подпись должностного лица таможни и штампель таможни с датой.

Пункты с 16 по 27 оформляются таможней.

Кроме отрывных листов, в книжке МДП имеются два неотрывных листа – первый желтый лист (грузовой манифест, все пункты которого дублируют пункты отрывных листов, но исполнены на национальном языке той страны, которой принадлежит автоперевозчик, служит для сохранения информации о перевозимом грузе после удаления отрывных листов) и последний желтый лист – протокол о дорожно-транспортных происшествиях. На последнем листе обложки имеется отрывной талон с номером книжки и нанесен штрих-код, служащий для подтверждения факта изъятия книжки МДП компетентными органами. На отрывном талоне указывается, когда и где была изъята данная книжка, и подтверждается печатью.

Контрольные вопросы

1 Содержание декларации-обязательства перевозчика.

2 Порядок получения книжки МДП.

3 Содержание первой страницы обложки МДП.

4 Содержание внутренних отрывных листов книжки МДП.

5 Оформление и содержание желтых листов книжки МДП.

6 Возможен ли досмотр грузового помещения при перевозке груза по книжке МДП?

11 Организация международных автомобильных перевозок грузов по Европейскому соглашению о международной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)

К опасным грузам (ОГ) относятся вещества, которые при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении могут послужить причиной взрыва, пожара или повреждения транспортных средств, складов, устройств, зданий и сооружений, а также гибели, травмирования, отравления, ожогов, облучения и заболевания людей и животных, нанесения вреда окружающей среде.

Разработкой условий упаковки, хранения и транспортировки опасных грузов занимается Комитет экспертов по перевозке опасных грузов при ООН.

В Республике Беларусь разработаны Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом, утвержденные Министерством по чрезвычайным ситуациям РБ 8 декабря 2010 г. № 61 «Об утверждении правил по обеспечению безопасности перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Беларусь» в редакции от 29 декабря 2016 года на основании международных требований.

Соглашением ДОПОГ принята следующая классификация опасных грузов.

Класс 1 – взрывчатые вещества.

Класс 2 – газы сжатые, сжиженные и растворимые под давлением.

Класс 3 – легковоспламеняющиеся жидкости.

Класс 4 – легковоспламеняющиеся вещества и материалы.

Класс 5 – окисляющиеся вещества и органические перекиси.

Класс 6 – ядовитые (токсичные) и инфекционные вещества.

Класс 7 – радиоактивные вещества.

Класс 8 – едкие и коррозионные вещества.

Класс 9 – прочие опасные вещества.

Выдачу лицензий и проверку безопасной перевозки опасных грузов в Республике Беларусь осуществляет Департамент «Госпромнадзор» Министерства по чрезвычайным ситуациям. Лицензия выдается сроком на пять лет (серия СЛ).

Информационные таблицы должны изготавливаться предприятиями по размерам согласно рисунку 11.1 и с соблюдением следующих требований:

– светоотражающие таблички оранжевого цвета должны иметь 40 см в основании, а их высота должна составлять 30 см;

– рамка таблицы, линии разделения граф, цифры и буквы текста выполняются черным цветом;

– ширина букв в графах «Идентификационный номер опасности» и «Номер ООН» равна 15 мм;

– рамка и разделительные линии таблицы наносятся шириной 15 мм;

– написание буквенно-цифрового идентификационного номера опасности производится строго в соответствии с порядком букв и цифр.

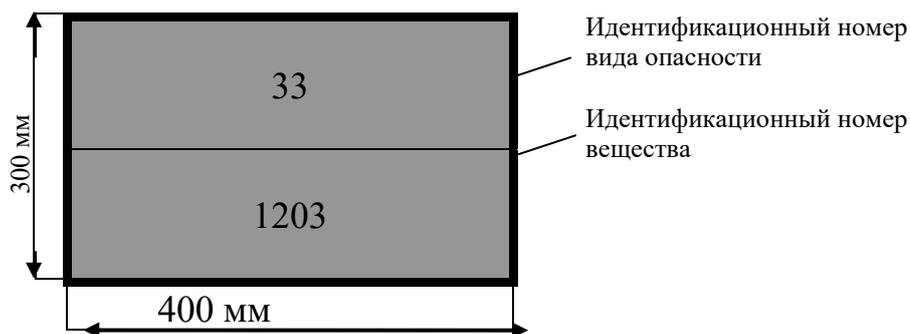


Рисунок 11.1 – Информационная таблица

Идентификационный номер вида опасности состоит из кода основной опасности «3» и кода дополнительной опасности «3» (таблицы 11.1 и 11.2). Наличие буквы «X» перед обозначением опасности означает строгий запрет на контакт с водой.

Таблица 11.1 – Коды основной опасности

Первая цифра номера кода опасности	Значение	Класс вещества
2	Выделение газов в результате давления или химической реакции	2
3	Воспламеняемость жидкости (паров) и газов	3
4	Воспламеняемость твердых веществ	4.1; 4.2; 4.3
5	Окисляющие свойства (вещества, поддерживающие горение)	5.1; 5.2
6	Ядовитые вещества	6.1
7	Радиоактивные вещества	7
8	Коррозийные вещества	8
9	Опасность самопроизвольной бурной реакции	9

Таблица 11.2 – Коды дополнительной опасности

Вторая или третья цифра номера кода опасности	Значение
0	Не имеет значения (номер опасности состоит как минимум из двух цифр)
2	Эмиссия газа
3	Воспламеняемость
5	Окисляющий эффект
6	Токсичность
8	Коррозийность
9	Риск возникновения самопроизвольной быстротекущей реакции

Идентификационный номер вещества состоит из четырех цифр и обозначает порядковый номер, который присвоен ему в перечне опасных грузов, составленном экспертным комитетом ООН, например, «1203» – бензин моторный.

При перевозке грузов классов 1; 3; 7, а также легковоспламеняющихся и ядовитых газов транспортное средство дополнительно комплектуется двумя знаками «Въезд воспрещен».

На транспортном средстве должна быть краткая письменная инструкция характера опасности, оказания помощи пострадавшим от соприкосновения с перевозимым веществом или выделяемыми им продуктами, принятия мер в случае пожара и поломки или повреждения тары или перевозимых грузов, особенно если эти грузы рассыпаны или разлиты на дороге. Эту инструкцию составляет завод-изготовитель или грузоотправитель на языке страны происхождения груза и на языке транзитных стран.

На перевозку опасных грузов перевозчику необходимо получить следующие документы от компетентных органов тех стран, через территорию которых будет осуществляться транспортировка:

- разрешение на международную перевозку по территории (наименование страны) опасных грузов автомобильным транспортом;
- маршрут перевозки опасного груза.

Контрольные вопросы

- 1 Классы опасных грузов.
- 2 Требования к водителям ТС.
- 3 Содержание информационной таблицы и ее оформление.
- 4 Наименование и содержание документов на перевозку опасных грузов.
- 5 Как расшифровать идентификационный номер вида опасности?

12 Моделирование транспортных сетей и определение кратчайших расстояний

Перевозки осуществляются по сложившейся сети дорог. При этом в качестве критерия оптимизации маршрута наиболее часто используется минимизация пробега. Так как между двумя пунктами возможно движение по разным маршрутам, то их необходимо сравнивать, чтобы выбрать наилучший – кратчайший.

Решение этой задачи дает теория графов. Сначала подготавливается информация о расстояниях между пунктами дорожной сети. С этой целью создается модель транспортной сети (рисунок 12.1), представляющая собой графическое изображение улиц. Их пересечения обозначают вершины (узлы) сети. Затем определяется расстояние между смежными вершинами (соседями), которые заносятся в таблицу 12.1. Далее формируется таблица исходного варианта и на

ее основе проводится оптимизация маршрутов. Улучшенный вариант маршрутов (кратчайшие расстояния) и является решением поставленной задачи.

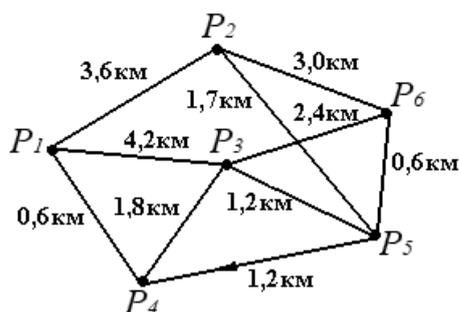


Рисунок 12.1 – Модель транспортной сети

Из полученных звеньев составляются кратчайшие маршруты, которые изображаются графически, и проводятся необходимые вычисления для самого длинного маршрута.

Таблица 12.1 – Исходный и оптимальный варианты

Пункт P_j	Расстояние l_j	Пункт P_i					
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
		l_i					
		0	3,6	4,2 (2,4)	0,6	5,3 (3,6)	5,9 (4,8) ((4,2))
P_1	0	–	3,6	4,2	0,6	–	–
P_2	3,6	3,6	–	–	–	1,7	3,0
P_3	4,2 (2,4)	4,2	–	–	1,8	1,2	2,4
P_4	0,6	0,6	–	1,8	–	1,2	–
P_5	5,3 (3,6)	–	1,7	1,2	–	–	0,6
P_6	5,9 (4,8) ((4,2))	–	3,0	2,4	–	0,6	–

Таблица исходного и оптимального вариантов (см. таблицу 12.1) строится следующим образом. Сначала заносятся расстояния l_{ij} между соседними точками: от каждой P_i до всех P_j – соседних с P_i . При составлении таблицы 12.1 принимается движение от P_i к P_j .

При определении этого расстояния руководствуются следующим правилом. Точке P_1 , от которой измеряется расстояние, соответствует число $l_{j=1} = 0$. Проставляем его в таблицу 12.1. Соответственно, в верхней строке проставляется расстояние $l_{i=1} = 0$. Затем начиная с $i = 1$ рассматриваются клетки i -го столбца с заполненными расстояниями l_{ij} , и если для некоторой клетки l_i уже определено, а l_j нет, то оно может быть рассчитано по выражению

$$l_j = l_i + l_{ij}. \quad (12.1)$$

Результат заносим в клетку l_j левого столбца и l_i – верхней строки таблицы 12.1. В силу связанности сети можно найти все числа l_i и l_j .

Если в j -й строке имеется несколько l_{ij} и при этом соответствующие l_i уже найдены, то рассчитываются l_j , определяемые наименьшей суммой возможных l_i по формуле

$$l_j = \min (l_i + l_{ij}). \quad (12.2)$$

Все клетки l_j и l_i таблицы 12.1 исходного варианта должны быть заполнены (цифры без скобок).

Полученные значения расстояний от пункта P_1 до P (левый столбец l_j и верхняя строка l_i таблицы 12.1) необходимо проверить на оптимальность, т. е. следует выполнить возможное улучшение исходного варианта с целью оптимизации маршрутов.

Для этого, начиная со строки P_1 , сравним разности l_j и l_i с соответствующими значениями l_{ij} . При этом возможны случаи

$$l_j - l_i \leq l_{ij}; \quad (12.3)$$

$$l_j - l_i > l_{ij}. \quad (12.4)$$

Для клеток, в которых выполняется условие (12.3), l_j и l_i оставляем без изменений. При выполнении условия (12.4) проводится улучшение варианта по формуле

$$l'_j = l_i + l_{ij}. \quad (12.5)$$

Затем исправляем l_i в соответствующем столбце до тех пор, пока не получим выполнение условия (12.3).

Таким образом, выполняется первое улучшение исходного варианта (см. таблицу 12.1). Первый улучшенный вариант будет отличаться от исходного новым значением расстояния от пункта до пункта (эти изменения l_j и l_i в таблице 12.1 проставлены в скобках).

Внесенное изменение (улучшения) для заполненных клеток, находящихся в строках с уменьшенными значениями l_j (строка 3 в таблице 12.1), не нарушает условия оптимальности. Оно может нарушиться для клеток, которые находятся на пересечении столбцов с уменьшенными значениями l_i со строками, для которых l_j не изменилось.

Далее проверяем на оптимальность измененные расстояния столбцов, не находящихся на пересечении соответствующих строк. Результаты заносим в таблицу 12.1 в двойные скобки.

Кратчайшие расстояния приведены в таблице 12.1 в левом столбце l_j и верхней строке l_i .

По последнему варианту таблицы 12.1 оптимизации маршрутов можно определить кратчайшие расстояния от точки P_1 до любой другой, построить

схему оптимальных маршрутов от точки P_1 и до всех остальных, определить показатели транспортной работы. Схемы маршрутов представлены на рисунке 12.2.

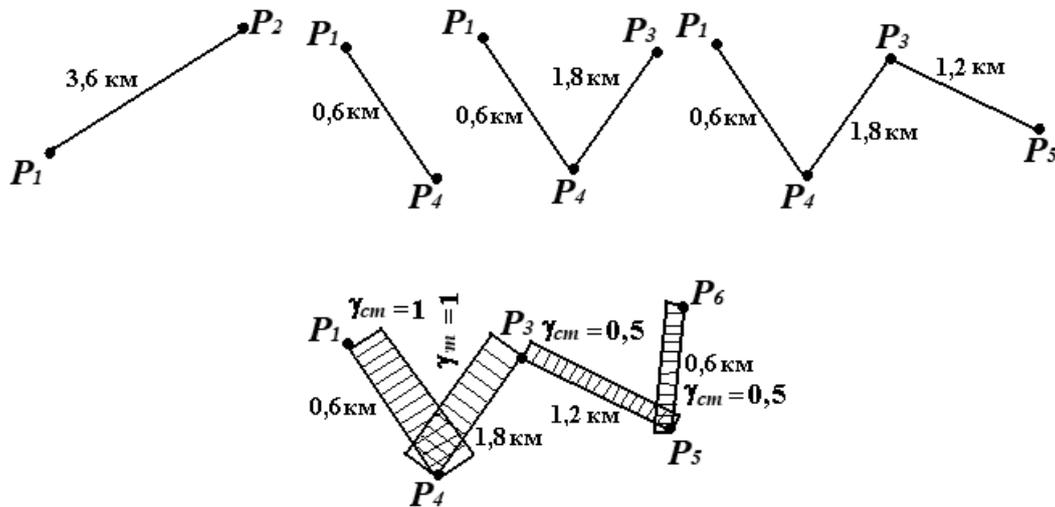


Рисунок 12.2 – Схема маршрутов

В данном примере рассмотрим подробно маршрут l_{1-6} от точки P_1 до самой дальней точки P_6 . Наименьшая длина его равна 4,2 км. Для построения схемы оптимального маршрута в строке P_6 таблицы 12.1 находим расстояние до точки P_6 от ближайшей точки P_{i-6} , т. е. определяем $l_{i-6\min} = l_6 - l_i$. Таким является расстояние 0,6 км от точки P_5 , т. е. $P_{5-6} = 0,6$ км. Далее рассматриваем строку P_5 и находим число $l_{i-5\min} = l_5 - l_i$. Таким является расстояние $l_{3-5} = 1,2$ км, для которого должно выполняться условие равенства $l_j = l_i + l_{ij}$. Находим в строке P_3 наименьшее расстояние $l_{4-3\min} = l_3 - l_4$. Это расстояние $l_{3-4} = 1,8$ км. Затем в строке P_4 находим наименьшее расстояние $l_{i-4\min} = l_4 - l_i = 0,6$ км.

Из полученных звеньев, следуя в обратном порядке, составляем кратчайший маршрут $P_1 - P_4 - P_3 - P_5 - P_6$, длина которого равна 4,2 км.

Изобразим его графически (см. рисунок 12.2), используя модель транспортной сети (см. рисунок 12.1).

Затем необходимо выполнить следующие вычисления на самом длинном маршруте (в примере маршрут l_{1-6}):

- выбрать груз и модель автомобиля для работы на маршруте;
- задаться значением фактической загрузки автомобиля q_{ϕ} , технической скоростью V_T , временем погрузки-разгрузки автомобиля l_{n-p} ;
- определить коэффициенты статического $\gamma_{ст}$ и динамического $\gamma_{д}$ использования грузоподъемности, объем перевозок на маршруте и грузооборот P_e , часовую производительность в тоннах $Q_{ч}$ и тонно-километрах $P_{ч}$, коэффициент использования пробега β и расход топлива.

Пример расчета показателей на маршруте (см. рисунок 12.2).

Исходные данные: автомобиль МАЗ-5335; номинальная грузоподъемность – 8 т; груз – кирпич в пакетах; фактическая загрузка – 8 т в пункте P_1 ; пробег с грузом – в прямом направлении, в обратном – порожний; техническая

скорость – 40 км/ч; время погрузки-разгрузки – 20 мин; в пункте P_3 разгружается 4 т груза. Эпюра загрузки представлена на рисунке 12.2.

Решение

Определим коэффициент использования пробега:

$$\beta = \frac{l_{ez}}{l_M} = \frac{4,2}{4,2} = 1,0,$$

где l_{ez} – пробег груженого автомобиля на маршруте, км;

l_M – длина маршрута, км.

Коэффициент статического использования грузоподъемности на маршруте

$$\gamma_{cm} = \frac{q_{\phi}}{q} = \frac{\sum_{i=1}^4 (q \cdot \gamma_{cm})_i}{\sum_{i=1}^4 q_i} = \frac{8+8+4+4}{8 \cdot 4} = \frac{24}{32} = 0,75.$$

Коэффициент динамического использования грузоподъемности на маршруте

$$\gamma_d = \frac{P_{\phi}}{q \cdot l_M} = \frac{8(0,6 + 1,8) + 4(1,2 + 0,6)}{8 \cdot 4,2} = \frac{26,4}{33,6} = 0,786.$$

Объем перевозок на маршруте

$$Q = \sum_{i=1}^4 (q \cdot \gamma_{cm})_i = 8 + 8 + 4 + 4 = 24 \text{ т.}$$

Грузооборот на маршруте

$$P_M = q \cdot \gamma_d \cdot l_M = 8 \cdot 0,786 \cdot 4,2 = 26,4 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

Часовая производительность

$$Q_{\text{ч}} = \frac{q \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta \cdot V_T}{\bar{l}_{ez} + \beta \cdot V_T \cdot t_{np}} = \frac{8 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 40}{1,05 + 40 \cdot 1 \cdot \frac{20}{60}} = \frac{240}{14,4} = 16,7 \text{ т/ч};$$

$$P_{\text{ч}} = \frac{q \cdot \gamma_d \cdot \beta \cdot V_T \cdot \bar{l}_{ez}}{\bar{l}_{ez} + V_T \cdot \beta \cdot t_{np}} = \frac{8 \cdot 0,786 \cdot 1 \cdot 40 \cdot 1,05}{1,05 + 40 \cdot 1 \cdot \frac{20}{60}} = \frac{264,1}{14,4} = 18,3 \text{ т} \cdot \text{км/ч},$$

$$\bar{l}_{ez} = \frac{\sum_{i=1}^4 l_{ezi}}{4} = \frac{0,6+1,8+1,2+0,6}{4} = \frac{4,2}{4} = 1,05 \text{ км.}$$

Расход топлива за оборот

$$Q_{об} = q_n \frac{l_{об}}{100} + k \frac{P_{\phi}}{100} = 24,3 \cdot \frac{2 \cdot 4,2}{100} + 1,3 \cdot \frac{26,4}{100} = 2,73 \text{ л/об.}$$

Задание для самостоятельного выполнения

- 1 Получить индивидуальное задание: модель транспортной сети (рисунки 12.3) с указанием расстояний между вершинами (таблицы 12.2 и 12.3).
- 2 Построить таблицу исходного и оптимального вариантов.
- 3 Определить кратчайший маршрут из пункта P_1 до пункта P_{15} .
- 4 Определить показатели транспортной работы на кратчайшем маршруте.

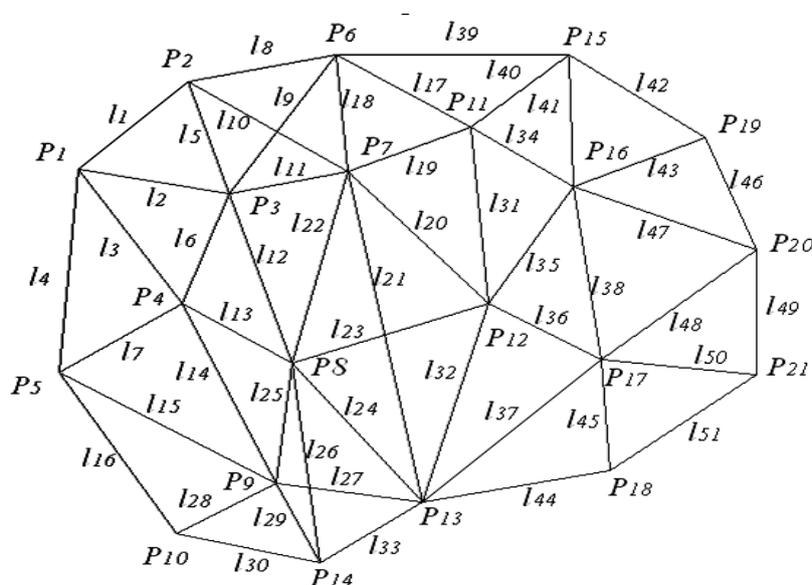


Рисунок 12.3 – Общая схема транспортной сети

Таблица 12.2 – Длина участков транспортной сети

Обозначение участка	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}	l_{14}	l_{15}	l_{16}	l_{17}
Длина участка, км	32	35	40	44	44	35	28	30	38	41	30	36	31	42	38	39	44

Продолжение таблицы 12.2

Обозначение участка	l_{18}	l_{19}	l_{20}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	l_{25}	l_{26}	l_{27}	l_{28}	l_{29}	l_{30}	l_{31}	l_{32}	l_{33}	—
Длина участка, км	27	31	50	62	25	52	45	28	42	37	24	29	36	32	41	25	—

Таблица 12.3 – Данные по корректировке общей схемы транспортной сети

Предпоследняя (последняя) цифра номера зачетной книжки	Отсутствует участок схемы	Запрещено движение на участке в направлении	
		прямом	обратном
0 (0)	l_{10} (l_{25})	l_{23} (l_{22})	l_{11}, l_{33}
1 (1)	l_{13} (l_{33})	l_2, l_{21} (l_{24})	l_{14}, l_{18} (l_{20})
2 (2)	l_5 (l_{29})	l_3, l_6 (l_{26})	l_{25}, l_{15}
3 (3)	l_{12} (l_{16})	l_4, l_{13} (l_{23})	l_{20}, l_{28} (l_{26})
4 (4)	l_4 (l_9)	l_{11}, l_{25} (l_{18})	l_{24}, l_{30}
5 (5)	l_{18} (l_{32})	l_8, l_{13} (l_{28})	l_{10}, l_{27} (l_{31})
6 (6)	l_{20} (l_{28})	l_{15}, l_{18} (l_{26})	l_{10}, l_{28}
7 (7)	l_{15} (l_{26})	l_{20}, l_{29} (l_{32})	l_{13}, l_{14} (l_{23})
8 (8)	l_{20} (l_{17})	l_{24}, l_{33} (l_{31})	l_3, l_{22}
9 (9)	l_{24} (l_{16})	l_{21}, l_{18} (l_{25})	l_4, l_{11} (l_{29})

Примечание – Прямым считается направление движения от пункта с меньшим номером к пункту с большим.

Контрольные вопросы

- 1 Сущность теории графов.
- 2 Как определить кратчайшее расстояние от пункта до пункта?
- 3 Основные показатели транспортной работы.

13 Закрепление потребителей груза за поставщиками при оптимальных грузопотоках

Груз, сосредоточенный в пунктах A_i ($A_1, A_2, \dots, A_i, A_m$) в количествах Q_i ($Q_1, Q_2, \dots, Q_i, Q_m$), необходимо доставить в пункты B_i ($B_1, B_2, \dots, B_i, B_n$) в количествах Q_j ($Q_1, Q_2, \dots, Q_j, Q_n$) тонн. Объем перевозок из i -го пункта отправления в j -й пункт назначения равен Q_{ij} тонн.

Для удобства решения поставленной задачи примем, что для перевозок используются условные однетонные автомобили ($q \cdot \gamma = 1$ т).

Исходя из объема перевозок Q в дальнейшем выберем необходимую марку подвижного состава.

Если при выполнении перевозок в пункт B_j доставляется Q_j тонн груза, то для пунктов A_1, A_2, \dots, A_m необходимо подать Q_1, Q_2, \dots, Q_m порожних автомобилей под погрузку.

$$Q_j = \sum_{i=1}^m Q_{ij}, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (13.1)$$

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

Требуется определить количество X_{ij} подач порожних условных однетонных автомобилей от j -го пункта разгрузки в i -й пункт погрузки, чтобы общий пробег автомобилей был минимальным. То есть необходимо составить оптимальный план возврата (подачи) порожних автомобилей. Порожний пробег из j -го в i -й пункт условных однетонных автомобилей равен $l_{ij} \cdot X_{ji}$ км.

Их суммарный пробег

$$L_{nop} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m l_{ij} \cdot X_{ij} . \quad (13.2)$$

Поскольку количество ездов равно $X_{ji}/q \cdot \gamma_{cm}$, то фактический пробег автомобилей с заданной грузоподъемностью q определяется по формуле

$$L_{\phi} = \frac{1}{q \cdot \gamma_{cm}} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m l_{ij} \cdot X_{ij} . \quad (13.3)$$

Таким образом, требуется определить совокупность величин $X_{ji} \geq 0$ (план возврата порожних автомобилей), удовлетворяющих условиям

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n X_{ji} &= Q_j, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \\ \sum_{i=1}^m X_{ij} &= Q_j, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n. \end{aligned} \quad (13.4)$$

Поскольку количество отправленного груза равно количеству принятого, то справедливо равенство

$$\sum_{i=1}^m Q_i = \sum_{j=1}^n Q_j . \quad (13.5)$$

Сформулированная задача представляет собой классическую транспортную задачу линейного программирования. Рассмотрим методику ее решения на упрощенном примере.

Заявки на перевозки, род груза и расстояния даны в таблице 13.1.

В середине клеток таблицы дан объем поставок от грузоотправителя A_i к грузополучателю B_j в тоннах, а в правом верхнем углу клеток – расстояния l_{ij} между пунктами в километрах.

Необходимо определить оптимальный план возврата порожних автомобилей под погрузку. Таким образом снижается порожний пробег (условно принимаем автомобили однетонные, следовательно, возврат условных авто-тонн).

Таблица 13.1 – Заявки на перевозки грузов и расстояния

Грузополучатель B_j	Грузоотправитель A_i				
	Род груза и его количество				
	Уголь	Песок	Гравий	Щебень	Уголь
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
B_1	15	10	8	12	14
	28				
B_2	18	8	4	8	14
	36				
B_3	10	12	14	15	8
		48			
B_4	15	14	15	16	18
		54			
B_5	8	6	25	16	20
			56		
B_6	6	20	14	8	10
				64	
B_7	4	10	6	12	24
				48	
B_8	10	8	14	12	16
					54

Составляем таблицу 13.2 (матрицу) по закреплению маршрутов методом абсолютного двойного предпочтения. Для этого отмечаем звездочками клетки по столбцам и строкам, имеющие наименьшие расстояния. В первую очередь заносим корреспонденцию в отмеченные двумя звездочками клетки, затем одной звездочкой и, наконец, в другие клетки с наименьшим расстоянием. Загружают корреспонденциями Q_{ij} клетки в порядке возрастания в них расстояний l_{ij} .

Объем корреспонденции Q_{ij} , заносимый в клетку ji , определяют как минимум объема по строке и объема по столбцу с учетом ранее назначенных других перевозок:

$$Q_{ij} = \min(Q_i, Q_j). \quad (13.6)$$

Определение числа загруженных клеток базисного распределения.

Подсчитываем количество занятых клеток N матрицы и сравниваем его с числом $l + j - 1$. В полученной матрице базисного распределения $N = 12$ занятых клеток.

Если $N < l + j - 1$ (случай вырождения), то необходимо загрузить клетки нулями, поскольку невозможно определить потенциал некоторых строк. Заполняют нулем клетку, лежащую на пересечении строк (столбцов), не имеющих

зультаты заносим в таблицу 13.2.

Расчет оценочного параметра.

Оптимальность базисного распределения возврата автомобилей определяется оценочным параметром U_{ij} .

Если для свободной клетки $U_{ij} > 0$, то клетка не является потенциальной (закрепление выполнено оптимально).

Если $U_{ij} < 0$, то клетка является потенциальной и необходимо улучшить вариант распределения автомобилей.

Определяем U_{ij} для всех свободных клеток и их значения записываем в левом верхнем углу клеток таблицы 13.2 по формуле (13.8).

Клетки имеют значение $U_{ij} < 0$, тогда необходимо перераспределение корреспонденции базисного варианта. В случае неоптимальности распределения следует выявить наиболее потенциальную клетку с минимальным значением U_{ij} и ее загрузить.

Улучшение базисного распределения.

В таблице 13.2 проведем несколько перемещений по столбцам и строкам с указанием стрелками направлений и объемов перемещаемых грузов.

Перемещаем из клетки A_5B_8 в клетку A_2B_8 шесть условных тонн, компенсируя его перемещением этих же шесть условных тонн из клетки A_2B_1 в клетку A_5B_1 . Аналогично перемещаем две условные тонны из клетки A_4B_8 в A_2B_8 , компенсируя его перемещением из клетки A_2B_1 в A_4B_1 , а перемещение 38 условных тонн из клетки A_2B_4 в A_2B_8 компенсируем перемещением того же объема из клетки A_4B_8 в A_4B_4 . Необходимо делать эти перемещения поэтапно с иллюстрацией в таблице 13.2 до получения улучшенного варианта распределения (таблица 13.3).

Для проверки оптимальности распределения определяем вспомогательные величины U_i и U_j , а затем оценочные параметры U_{ij} , найдя предварительно N и сравнив его значение с $i + j - 1$. Значения этих величин приведены в таблице 13.3.

Выбор маршрутов.

Для выбора маршрутов используем метод совмещенных планов. Для этого, дополнив таблицу 13.3 данными об объемах перевозок от поставщика A_i потребителю B_j , получим матрицу совмещенного плана (таблица 13.4).

Результаты сводим в таблицу 13.5. Каждому выбранному маршруту присваиваем номер и обозначаем его в таблицах.

Когда все маятниковые маршруты определены, в матрице строят четырехугольный контур, все вершины которого лежат в загруженных клетках.

В результате получили следующие кольцевые маршруты:

№ 2 $A_2 - B_3 - A_5 - B_8 - A_2$ на котором должно быть завезено каждому потребителю 46 т груза;

№ 3 $A_1 - B_1 - A_4 - B_7 - A_1 - 2$ т.

После того как выбраны кольцевые маршруты, включающие по два пункта погрузки (четыреугольные контуры), составляем маршруты с тремя и более пунктами погрузки. Уменьшив цифры в клетках на величину перевозимого груза по выбранному маршруту, получим данные для выбора очередного маршрута.

та. По таблицам 13.6–13.8 выбираем кольцевые маршруты многоугольных контуров.

Таблица 13.3 – Улучшенный вариант распределения

Грузополучатель	Вспомогательная величина U_j	Грузоотправитель					Завоз, т
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	
		U_i					
		10	8	8	12	14	
B_1	0	5 15	2 10	20 8	2 12	6 14	28
B_2	-4	12 18	4 8	36 4	0 8	4 14	36
B_3	-6	6 10	10 12	12 14	9 15	48 8	48
B_4	4	1 15	2 14	3 15	54 16	0 18	54
B_5	-2	0 8	56 6	19 25	6 16	8 20	56
B_6	-4	16 6	16 20	10 14	48 8	0 10	64
B_7	-6	48 4	8 10	4 6	6 12	16 24	48
B_8	0	0 10	46 8	6 14	8 12	16 16	54
Вывоз, т		64	102	56	112	54	388

Таблица 13.4 – Совмещенный план

Грузополучатель	Грузоотправитель				
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
B_1	28 15	10	20 8	2 12	6 14
B_2	36 18	8	36 4	8	14
B_3	10	48 12	14	15	48 8
B_4	15	54 14	15	54 16	18
B_5	8	56 6	56 25	16	20
B_6	16 6	20	14	64 8	48 10
B_7	48 4	10	6	48 12	24
B_8	10	46 8	14	8 12	54 16

Таблица 13.5 – Маятниковые маршруты

Маршрут и его номер	Длина маршрута, км	Объем перевозок, т
№ 1 $A_4 - B_6 - A_4$	16	48

Таблица 13.6 – Выбор кольцевых маршрутов

Грузополучатель	Грузоотправитель					
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	
B_1	26	15	10	8	12	14
B_2	36	18	8	4	8	14
B_3	10	2	12	14	15	8
B_4	15	54	14	15	16	18
B_5	8	6	56	25	16	20
B_6	6	20	14	64	8	10
B_7	4	10	6	46	12	24
B_8	10	8	14	12	8	16

В таблице 13.6 выбраны следующие кольцевые маршруты:

№ 4 $A_1 - B_1 - A_5 - B_8 - A_4 - B_6 - A_1 - 6$ т;

№ 5 $A_1 - B_2 - A_3 - B_5 - A_2 - B_4 - A_4 - B_7 - A_1 - 36$ т.

В таблице 13.7 выбраны следующие маршруты:

№ 6 $A_1 - B_1 - A_3 - B_5 - A_2 - B_3 - A_5 - B_8 - A_4 - B_7 - A_1 - 2$ т;

№ 7 $A_1 - B_1 - A_3 - B_5 - A_2 - B_4 - A_4 - B_6 - A_1 - 10$ т.

В таблице 13.8 составлен последний маршрут:

№ 8 $A_1 - B_1 - A_3 - B_5 - A_2 - B_4 - A_4 - B_7 - A_1 - 8$ т.

Таким образом, процесс составления маршрутов закончен, т. к. в матрице не осталось ни одной загрузки.

Для каждого маршрута необходимо определить коэффициент использования пробега. Если на выбранном кольцевом маршруте коэффициент использования пробега $\beta = 0,5$, то такой маршрут нецелесообразен. Здесь лучше использовать маятниковые маршруты.

После того как установлены маршруты, зная объем перевозок и род груза, выбирают марку подвижного состава на каждый маршрут и его грузоподъемность.

Таблица 13.7 – Выбор кольцевых маршрутов

Грузополучатель	Грузоотправитель						
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5		
B_1	20	15	10	8	12	14	
B_2		18	8	4	8	14	
B_3		10	2	12	14	15	8
B_4		15	18	14	15	16	18
B_5		8	6	20	25	16	20
B_6		6	20	14	10	8	10
B_7		4	10	6	10	12	24
B_8		10	8	14	12	16	

Таблица 13.8 – Выбор кольцевых маршрутов

Грузополучатель	Грузоотправитель						
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5		
B_1	8	15	10	8	12	14	
B_2		18	8	4	8	14	
B_3		10	12	14	15	8	
B_4		15	8	14	15	16	18
B_5		8	6	8	25	16	20
B_6		6	20	14	8	10	
B_7		4	10	6	12	24	
B_8		10	8	14	12	16	

Также следует определить эксплуатационную скорость $V_э$ на маршруте и необходимое количество автомобилей $A_э$ на маршруте. Для одного кольцевого маршрута нужно привести все численные расчеты в пояснительной записке, а результаты расчетов для остальных маршрутов свести в таблицу 13.9.

Пример расчета маршрута № 7 $A_1 - B_1 - A_3 - B_5 - A_2 - B_4 - A_4 - B_6 - A_1$

Поскольку груз сыпучий, выбираем самосвальный подвижной состав, грузоподъемность которого должна быть кратной объему перевозки груза.

На маршруте № 7 необходимо перевезти $Q = 10$ т груза. Подбираем автомобиль КамАЗ-5511, $q = 10$ т груза.

Длина маршрута

$$L_m = 15 + 8 + 25 + 6 + 14 + 16 + 8 + 6 = 98 \text{ км.}$$

Коэффициент использования пробега на маршруте

$$\beta = \frac{\sum l_{еэ}}{L_m} = \frac{15 + 25 + 14 + 8}{98} = \frac{62}{98} = 0,63.$$

Количество оборотов, необходимых для перевозки груза,

$$n_{об} = \frac{Q}{q} = \frac{10}{10} = 1 \text{ об.}$$

Эксплуатационная скорость на маршруте

$$V_э = \frac{L_m}{t_{об} + \sum t_{np}} = \frac{L_m}{\frac{L_m}{V_T} + t_{np} \cdot Z} = \frac{98}{\frac{98}{50} + \frac{10 \cdot 4}{60}} = 36,8 \text{ км/ч.}$$

Время оборота

$$t_{об} = \frac{L_m}{V_э} = \frac{98}{36,8} = 2,7 \text{ ч.}$$

Продолжительность смены для перевозки груза

$$T_{см} = t_{об} \cdot n_{об} = 2,7 \cdot 1 = 2,7 \text{ ч.}$$

Расход топлива на маршруте за оборот

$$Q_m = q_l \cdot \frac{L_m}{100} + k \cdot \frac{P_\phi}{100} + C \cdot Z = 27 \cdot \frac{98}{100} + 1,3 \frac{62 \cdot 10}{100} + 0,25 \cdot 4 = 35,52 \text{ л.}$$

Таблица 13.9 – Итоговая таблица выбора маршрутов и перевозки грузов по оптимальному варианту

Маршрут и его номер	L_m , км	Q , т	Марка подвижного состава	$q_{авт.}$, т	$A_э$	$V_э$, км/ч	β	$n_{об}$	$T_{см}$, ч	Q_m , л
№ 7 $A_1 - B_1 - A_3 - B_5 - A_2 - B_4 - A_4 - B_6 - A_1$	98	10	КамАЗ-5511	10	1	36,8	0,63	1	2,7	35,62

Необходимо учитывать, что кольцевые маршруты существенно усложняют работу водителя и управление перевозками, поскольку срыв в работе на одном пункте приводит к нарушению процесса на всем маршруте. Поэтому желательны маршруты с числом ездов до четырех-пяти.

Задания для самостоятельного выполнения

Исходные данные выбираются исходя из двух последних цифр зачетной книжки по базовой таблице 13.10 с корректировкой по таблице 13.11. Преподаватель может вносить свои корректировки в вариант задания.

Таблица 13.10 – Выбор исходных данных

Грузо-получатель B	Грузоотправитель A				
	Род груза и его количество Q				
	Уголь	Песок	Гравий	Щебень	Уголь
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
B_1	15	9	8	12	14
B_2	18	6	10	8	12
B_3	10	4	15	15	8
B_4	15	15	25	16	15
B_5	8	13	14	16	16
B_6	6	16	6	8	16
B_7	4	14	14	12	8
B_8	10	13	8	12	12

Таблица 13.11 – Корректировка задания по двум последним цифрам зачетной книжки

Грузополучатель B и последняя цифра зачетной книжки		Грузоотправитель A				
		Род груза и его количество Q				
		Уголь	Песок	Гравий	Щебень	Уголь
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
		Предпоследняя цифра зачетной книжки				
		1;6	2;7	3;8	4;9	5; 0
B_1	1; 9					
B_2	2; 0				12	
					44	
B_3	3					
B_4	4					19
						36
B_5	5					
B_6	6					
B_7	7					
B_8	8					

Для выбранного варианта выполнить следующее:

- 1 Построить таблицу базисного и улучшенного вариантов.
- 2 Построить таблицу совмещенного плана.
- 3 Определить маятниковые и кольцевые маршруты.
- 4 Построить итоговую таблицу выбора маршрутов и перевозки грузов.

Контрольные вопросы

- 1 Сущность метода абсолютного двойного предпочтения.
- 2 Сущность метода совмещенных планов.
- 3 Что такое маятниковый и кольцевой маршруты?
- 4 Что такое коэффициент использования пробега?
- 5 Как определить количество оборотов, необходимых для перевозки груза?

Список литературы

- 1 **Горев, А. Э.** Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учебное пособие для вузов / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – 5-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2014. – 256 с.
- 2 **Горев, А. Э.** Грузоведение : учебное пособие для вузов / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – Москва : Академия, 2014. – 285 с.
- 3 **Дашкевич, Г. Б.** Сборник нормативных правовых актов, регулирующих автомобильные перевозки грузов и пассажиров / Г. Б. Дашкевич, Н. Н. Бори-

сенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Парадокс, 2011. – 416 с.

4 **Аземша, С. А.** Автомобильные перевозки пассажиров и грузов. Практикум: учебное пособие / С. А. Аземша, С. В. Скирковский, С. В. Сушко. – Гомель: БелГУТ, 2012. – 205 с.

5 **Карбанович, И. И.** Международные автомобильные перевозки: учебное пособие / И. И. Карбанович. – 20-е изд. – Минск: БАМЭ-Экспедитор; Артия-групп, 2017. – 395 с. : ил.

6 Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР), заключенное в Женеве 1 июля 1970 г. – Минск: БАМАП, 1993. – 23 с.