МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт транспорта

Кафедра сервиса автомобилей
и технологических машин

ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Технология, организация
и управление автомобильными перевозками»
для студентов направления подготовки 23.03.03
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»
(уровень бакалавриата)

Составитель ***В. А. Тюлькин,***
кандидат технических наук, доцент

Тюмень
ТИУ
2017

Технология, организация и управление автомобильными перевозками: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технология, организация и управление автомобильными перевозками» для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (уровень бакалавриата) / сост. В. А. Тюлькин; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2017. – 32 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры сервиса автомобилей и технологических машин «14» ноября 2016 года, протокол № 3

Аннотация

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технология, организация и управление автомобильными перевозками» предназначены для студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Приведены основные теоретические положения по организации перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом, оценке и повышению эффективности его эксплуатации. Также представлены задания для самостоятельной работы обучающихся.

ВВЕДЕНИЕ

Образовательная программа по подготовке бакалавров направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» предусматривает освоение специальной дисциплины «Технология, организация и управление автомобильными перевозками».

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний в области организации перевозочного процесса автотранспортными средствами и основ транспортно-экспедиционного обслуживания, а также приобретение навыков и умений использования полученных знаний при организации, планировании и выполнении перевозочной деятельности, погрузочно-разгрузочных операциях.

Для достижения поставленных целей перед учебной программой поставлены следующие основные задачи:

– формирование знаний в области теории транспортного процесса, технологии перевозки грузов и пассажиров, а также направлений и методов повышения эффективности использования автомобильного транспорта и приобретение навыков применения полученных знаний на практике;

– ознакомление с формами и методами организации, управления грузовыми и пассажирскими перевозками;

– ознакомление с нормативной базой осуществления перевозочных услуг и обеспечения безопасности транспортного процесса;

– рассмотрение принципов формирования тарифной политики в области перевозочной деятельности грузов и пассажиров, видов тарифов;

– формирование базисных знаний в области юридического сопровождения перевозочного процесса, взаимодействия с клиентурой, а также предупреждения аварийности на транспорте.

Дисциплина носит междисциплинарный характер, который базируется на комплексе знаний, полученных при изучении естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких как физика, математика, инженерная графика, техническая эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, эксплуатационные материалы, конструкция и эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин и комплексов и других ранее изученных дисциплин.

Качество полученных при освоении дисциплины знаний оценивается по результатам выполнения курсового проекта и итоговой аттестации.

1. ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Оценка эффективности работы подвижного состава автомобильного транспорта производится с использованием ряда количественных показателей. Используя данные технико-эксплуатационные показатели, осуществляется планирование, анализ и учет работы как единицы подвижного состава, так всего парка транспорта в целом.

Коэффициент технической готовности

$$\alpha_т = \frac{А_{испр}}{А_{сс}} = \frac{АД_{испр}}{АД_{сс}} = \frac{Д_г}{Д_к}, \qquad (1)$$

где $А_{испр}$ – численность автомобилей, готовых к эксплуатации;
$А_{сс}$ – списочная численность парка автомобилей;
$АД_{сс}$, $АД_{испр}$ – соответственно, суммарные автомобиле-дни списочного парка автомобилей и автомобиле-дни парка автомобилей, находящихся в технически исправном состоянии;
$Д_г$ – дни пребывания АТС в готовом для эксплуатации состоянии;
$Д_к$ – число календарных дней.

Коэффициент выпуска подвижного состава

$$\alpha_в = \frac{А_э}{А_{сс}} = \frac{АД_э}{АД_{сс}} = \frac{Д_э}{Д_к}, \qquad (2)$$

где $Д_э$ – число дней эксплуатации.

Время пребывания в наряде

$$T_н = t_{дв} + t_{пр} + t_0, \qquad (3)$$

где $t_{дв}$ – время движения автомобиля;
$t_{пр}$ – время простоя автомобиля при выполнении погрузо-разгрузочных работ;
t_0 – продолжительность "нулевого" пробега автомобиля.

Время работы на маршруте

$$T_м = T_н - t_0. \qquad (4)$$

Общий пробег автомобиля

$$L_{общ} = L_{гр} + L_x + \ell_0, \qquad (5)$$

где $L_{гр}$ – пробег автомобиля с грузом;

L_x – пробег автомобиля без груза (″холостой″ пробег);

ℓ_0 – ″нулевой″ пробег автомобиля.

Доля пробега автомобиля с грузом в его общем пробеге оценивается *коэффициентом использования пробега*

$$\beta = \frac{L_{гр}}{L_{общ}}. \tag{6}$$

Техническая скорость движения автомобиля на маршруте

$$V_т = \frac{L_{общ}}{t_{дв}}. \tag{7}$$

Эксплуатационная скорость движения автомобиля

$$V_э = \frac{L_{общ}}{T_н}. \tag{8}$$

Коэффициент статического использования грузоподъемности автомобиля

$$\gamma_{ст} = \frac{Q_{факт}}{q_н} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_{0i}}{q_н}, \tag{9}$$

где $Q_{факт}$ – фактический объем перевезенного за ездку груза;

q_{0i} – масса груза, перевезенного от i-го отправителя;

$q_н$ – номинальная грузоподъемность автомобиля.

Коэффициент динамического использования грузоподъемности

$$\gamma_д = \frac{P_{факт}}{q_н \cdot \ell_{ег}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_{0_i} \cdot L_{гр_i}}{q_н \cdot \ell_{ег}}, \tag{10}$$

где $P_{факт}$ – фактически выполненная транспортная работа;

$\ell_{ег}$ – длина ездки с грузом;

Часовая производительность автомобиля в тоннах

$$W_Q = \frac{q_н \cdot \gamma_{ст}}{t_е} \tag{11}$$

где $t_е$ – время совершения ездки;

Время совершения одной ездки

$$t_e = \frac{\ell_{ег}}{V_m \cdot \beta} + t_{пр} \tag{12}$$

Часовая производительность автомобиля в тонно-километрах

$$W_P = \frac{q_н \cdot \gamma_д \cdot \ell_{ег}}{t_e} \tag{13}$$

Производительность парка автомобилей за любой промежуток времени в тоннах и тонно-километрах

$$W = q_н \cdot \gamma_{ст} \cdot n_e \cdot A_{сс} \cdot Д_к \cdot \alpha_в, \tag{14}$$

$$P = q_н \cdot \gamma_д \cdot n_e \cdot A_{сс} \cdot Д_к \cdot \ell_{ег} \cdot \alpha_в \tag{15}$$

Потребное количество автомобилей на маршруте

$$A_{сут} = \frac{Q_{пл}}{Q_a} = \frac{Q_{пл}}{q_н \cdot \gamma_{ст} \cdot z_{об} \cdot n_e}, \tag{16}$$

где $Q_{пл}$ – плановый объем перевозок груза;

Q_a – объем перевозок груза, выполненный автомобилем за день.

Число оборотов автомобиля на маршруте

$$z_{об} = \frac{T_н - \dfrac{L_0' + L_0'' + L_x}{V_m}}{t_{об}} \tag{17}$$

Количество ездок

$$n_e = \frac{T_м}{t_e} \tag{18}$$

Задача 1 АТП обслуживает торговую сеть города. Режим работы предприятия 365 дней. $A_{испр}$=230 ед.; $\alpha_т$=0,84; $\alpha_в$=0,78. Рассчитать автомобиле-дни в ремонте и автомобиле-дни простоя по организационным причинам.

Задача 2 Автомобиль выехал из предприятия в 7 ч. 30 мин. и выпол-

нил за рабочий день пять ездок; t_e=2 ч; t_0=40 мин; перерыв на обед 1 ч. 30 мин. Рассчитать время в наряде и время возвращения автомобиля на предприятие.

Задача 3 Рассчитать пробег автомобиля за пять дней и определить среднесуточный пробег по показаниям спидометра, зафиксированным в путевом листе (табл. 1).

Таблица 1

Показания спидометра	Дни эксплуатации				
	1	2	3	4	5
– при выезде, км	14850	15050	15230	15500	15690
– при возврате, км	15050	15230	15500	15690	15880

Задача 4 10 автомобилей ЗиЛ−431410 с прицепами за 15 дней выполнили задание по перевозке промышленных товаров с базы на склад. Перевозки осуществлялись по схеме, приведенной на рис. 1. Каждый автомобиль выполнял по две ездки ежедневно. Рассчитать общий пробег всех автомобилей за время выполнения перевозки зерна.

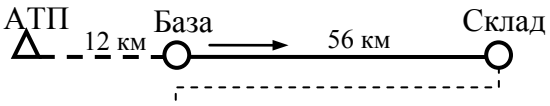

Рис. 1. Схема перевозки

Задача 5 По условию задачи 4 рассчитать β с учетом и без учета нулевого пробега.

Задача 6 Показания спидометра при выезде автомобиля из предприятия 133500 км, при возвращении 133725 км; время на маршруте 12 ч; время простоя под погрузо-разгрузочными операциями 3 ч. Рассчитать техническую и эксплуатационную скорости движения.

Задача 7 Рассчитать время в движении автомобиля КамАЗ-4320 за одну езду, если средняя длина ездки с грузом составляет 54 км; техническая скорость 32 км/ч; коэффициент использования пробега за ездку 0,65.

Задача 8 Рассчитать требуемое количество ездок для выполнения планового задания, если ℓ_0=7 км; $\ell_{ег}$=42 км; V_m=28 км/ч; $t_{пр}$=36 мин.; $T_н$=11,25 ч; β=0,5.

Задача 9 Суточный объем перевозок грузов автомобилями КрАЗ-257 грузоподъемностью 12 т составляет 54 т; n_e=5; $\ell_{ег}$=14 км. Рассчитать $\gamma_{ст}$, $\gamma_д$.

Задача 10 Суточный объем перевозок автомобиля составляет 50 т груза; P=350 ткм; $\gamma_{ст}$=0,75, $\gamma_д$=0,88. Рассчитать среднюю длину ездки с грузом и среднее расстояние перевозки груза.

Задача 11 Рассчитать объем выполненной работы в тоннах, если P=320 ткм; средняя длина ездки с грузом 18 км; $\gamma_{ст}$=0,75; $\gamma_д$=0,8.

Задача 12 Автоколонна в составе 12 автомобилей-самосвалов грузоподъемностью 7 т осуществляет перевозки щебня на завод ЖБИ; ℓ_0=4,8 км;

средняя $\ell_{ег}$=8 км; $V_т$=32 км/ч; $t_{пр}$=6 мин; $T_н$=13,35 ч; $\gamma_{ст}$=1; β=0,5. Рассчитать за сколько дней бригада перевезет 11220 т щебня.

Задача 13 Суточная производительность автомобиля КамАЗ-5320 при перевозке ЖБИ составляет 1024 ткм; $q_н$=8 т; $\gamma_{ст}$=1; $V_т$=28 км/ч; $t_{пр}$=45 мин; β=0,5; $\ell_{ег}$=40 км; ℓ_0=14 км. Рассчитать $T_н$.

Задача 14 Годовой объем перевозок песка из карьера на строительство федеральной автомобильной дороги составляет 7008000 т. Рассчитать потребное количество автомобилей-самосвалов БелАЗ−549, если $q_н$=75 т; $\gamma_{ст}$=1; $\ell_{ег}$=5 км; $V_т$=20 км/ч; $\beta_е$=0,5; $t_{пр}$=15 мин; $T_м$=16 ч; $\alpha_в$=0,8.

Задача 15 Построить графики зависимости производительности в тоннах и тонно-километрах автомобиля МАЗ от изменения β, если $q_н$=14 т; $\gamma_{ст}$=0,8; $\ell_{ег}$=60 км; $V_т$=30 км/ч; $t_{пр}$=1,2 ч; $T_м$=12 ч; β=0,48; 0,54; 0,58; 0,62; 0,64.

Задача 16 Автоколонной в составе 30 автомобилей ЗиЛ-ММЗ-555 грузоподъемностью 4,5 т, 20 автомобилей ГАЗ-3307 грузоподъемностью 4 т и 20 автомобилей КамАЗ-5320 грузоподъемностью 8 т в течение месяца перевезено 36800 т тарно-штучных грузов, выполнено 942000 ткм. Рассчитать Q и P на одну списочную автомобиле-тонну.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Время оборота автомобиля на маятниковом маршруте с обратным негруженым пробегом

$$t_{об} = \frac{2 \cdot \ell_{ег}}{V_т} + t_{пр} \tag{19}$$

Количество оборотов за время работы автомобиля на маршруте

$$z_{об} = \frac{T_м \cdot V_т}{2 \cdot \ell_{ег} + V_т \cdot t_{пр}} \tag{20}$$

Количество перевезенных тонн груза за день

$$Q_{сут} = \frac{q_н \cdot \gamma_{ст} \cdot T_м \cdot V_т}{2 \cdot \ell_{ег} + V_т \cdot t_{пр}} \tag{21}$$

Количество выполненной транспортной работы за день

$$P_{сут} = Q_{сут} \cdot \ell_{ег} \tag{22}$$

Время оборота автомобиля на маятниковом маршруте с обратным не полностью и полностью груженым пробегом

$$t_{об} = \frac{2 \cdot \ell_{ег}}{V_m} + t'_{пр} + t''_{пр}, \quad или \quad t_{об} = \frac{2 \cdot \ell_{ег}}{V_m} + \sum t_{пр} \tag{23}$$

Количество ездок за день

$$n_е = 2 \cdot z_{об} \tag{24}$$

Количество перевезенных тонн груза за день

$$Q_{сут} = z_{об} \cdot q_н \left(\gamma'_{ст} + \gamma''_{ст}\right) \tag{25}$$

Количество выполненной транспортной работы за день

$$P_{сут} = z_{об} \cdot q_н \left(\gamma'_д \cdot \ell'_{ег} + \gamma''_д \cdot \ell''_{ег}\right) \tag{26}$$

Коэффициент использования пробега за оборот

$$\beta_{об} = \frac{\ell'_{ег} + \ell''_{ег}}{2 \cdot \ell'_{ег}} \tag{27}$$

Потребное количество автомобилей для перевозки заданного объема грузов за рабочий день

$$A_м = \frac{Q_{план}}{Q_a} \tag{28}$$

Время оборота автомобиля на кольцевом маршруте

$$t_{об} = \frac{L_м}{V_m} + \sum t_{пр} \tag{29}$$

Время оборота на развозочном (сборном) маршруте

$$t_{об} = \frac{L_м}{V_m} + t_{пр} + t_з \left(n_з - 1\right), \tag{30}$$

где $t_з$ – время захвата (застроповки) груза;

$n_з$ – количество заездов на развозочном (сборном) маршруте.

Интервал движения автомобилей-тягачей A_m

$$I = \frac{t_{об}}{A_m} \tag{31}$$

Ритм погрузки или разгрузки

$$R_{п(р)} = \frac{t_{п(р)} + t_{поп}}{П_{п(р)}} \tag{32}$$

где $t_{поп}$ – время прицепки и отцепки полуприцепа (прицепа);

$П_{п(р)}$ – количество прицепов (полуприцепов), находящихся под погрузкой или разрузкой.

Количество полуприцепов, находящихся под погрузкой или разгрузкой

$$П_{п(р)} = \frac{A_m \cdot V_m \cdot \left(t_{п(р)} + t_{поп}\right)}{2 \cdot \ell_{ег} + t_{поп} \cdot V_m}, \quad или \quad П_{п(р)} = \frac{t_{п(р)} + t_{поп}}{I} \tag{33}$$

Общее количество полуприцепов, необходимое для заданного количества автомобилей-тягачей

$$П = A_m + П_п + П_р \tag{34}$$

Задача 1 Рассчитать коэффициент использования пробега за ездку и за день работы автомобиля самосвала ЗиЛ–ММЗ–555 при его работе на маятниковом маршруте с обратным пробегом без груза, если ℓ_0=10 км, $\ell_{ег}$=6 км, $V_э$=20 км/ч, V_m=24 км/ч, $T_н$=12 ч 36 мин.

Задача 2 Рассчитать потребное количество автомобилей ГАЗ–3307 грузоподъемностью 2,5 т для выполнения суточного объема перевозок в размере 48 т на маятниковых маршрутах с обратным не полностью груженым пробегом, если $T_н$=12 ч; $t'_{пр}$=0,5 ч; $t''_{пр}$=0,2 ч; $\ell'_{ег}$=26 км; $\ell''_{ег}$=16 км; $\gamma'_{ст}$=0,85; $\gamma''_{ст}$=1; ℓ_0 в одну сторону 7,2 км; V_m=24 км/ч.

Задача 3 По условию задачи 2.2 рассчитать коэффициент использования пробега за оборот и общий пробег автомобилей за день.

Задача 4 Рассчитать потребное количество полуприцепов ОдАЗ – 9385 для бесперебойного обслуживания 12 автомобилей-тягачей КамАЗ – 54102 на простом маятниковом маршруте, если $\ell_{ег}$=15 км; V_m=30 км/ч; средняя продолжительность погрузки полуприцепа $t_п$=0,7 ч; разгрузки $t_р$=0,5 ч; время прицепки и отцепки 6 мин.

Задача 2.5 Рассчитать объем перевозок и транспортную работу ав-

томобиля Урал-4320 грузоподъемностью 7,5 т на кольцевом маршруте АБВГДЕ (рис. 2) в следующих условиях: $T_н$=10 ч; время, затраченное на нулевой пробег, 15 мин; V_m=25 км/ч; коэффициент использования грузоподъемности и продолжительность простоя под погрузкой и разгрузкой представлены в табл. 2

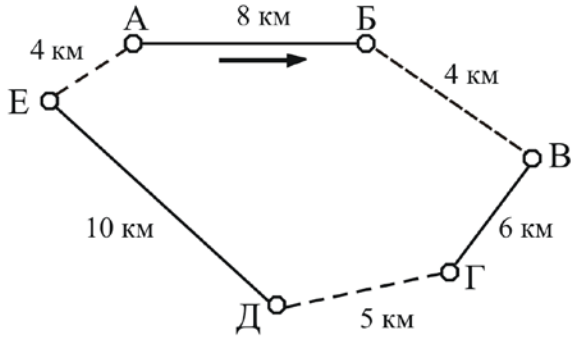

Рис. 2 Схема кольцевого маршрута

Таблица 2

Показатель	Участки маршрута		
	АБ	ВГ	ДЕ
Коэффициент использования грузоподъемности	1,0	0,8	0,9
Время простоя под погрузкой и разгрузкой, мин	30	45	36

Задача 6 Построить график работы автомобилей на маятниковом маршруте с обратным негруженым пробегом, если начало работы пункта погрузки в 8 ч; обеденный перерыв с 12 до 13 ч; ℓ_0=5 км; $\ell_{ег}$=15 км; V_m=25 км/ч; $t_п$=12 мин; $t_р$=12 мин. Составить часовой график по форме (табл. 3)

Таблица 3

Пункты	Ездки									
	1-я		2-я		3-я		4-я		5-я	
	Прибытие	Отправление	Прибытие	Отправление	Прибытие	Отправление	Прибытие	Отправление	Прибытие	Отправление
Погрузки Разгрузки										

Задача 7 Суточный объем перевозок железобетонных плит на строительство жилищного массива составляет 862,5 т. Перевозки осуществля-

ются автомобилями-тягачами МАЗ-6420 со сменными полуприцепами грузоподъемностью 11,5 т. Рассчитать потребное количество автомобилей-тягачей и полуприцепов, если $\gamma_{ст}$=1; $\ell_{ег}$=35 км; $V_т$=25 км/ч; $t_п$=25 мин; $t_р$=25 мин; $t_{поп}$=6 мин; $T_м$=15 ч.

Задача 8 Определить потребное количество сменных полуприцепов для обслуживания 10 автомобилей-тягачей КамАЗ-54102, если время оборота автомобиля-тягача − 1,67 ч; время простоя полуприцепа под погрузкой $t_п$=0,6 ч; разгрузкой $t_р$=24 мин; время прицепки и отцепки − 6 мин.

3. ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АВТОБУСОВ

Среди основных технико-эксплуатационных показателей, характеризующих работу автомобильного транспорта, выделяются критерии оценки эффективности эксплуатации автобусов, обусловленные спецификой работы автомобильного пассажирского транспорта.

Время в наряде

$$T_н = t_{возвр} - t_{выезд} - t_{обед} \tag{35}$$

где $t_{возвр}$, $t_{выезд}$ − время возврата и выезда на линию;
$t_{обед}$ − продолжительность обеденного перерыва.

Время работы на маршруте

$$T_м = T_н - \frac{\ell_0}{V_т} \tag{36}$$

Эксплуатационная скорость

$$V_э = \frac{L_м}{t_{дв} + t_{по} + t_{ко}} \tag{37}$$

где $L_м$ − протяженность маршрута;
$t_{по}$ − продолжительность простоя на промежуточной остановке;
$t_{ко}$ − продолжительность простоя на конечной остановке.

Скорость сообщения (маршрутная)

$$V_c = \frac{L_м}{t_р - t_{ко}}, \tag{38}$$

где $t_р$ − продолжительность рейса.

Среднее расстояние перевозки пассажиров

$$\ell_{ср} = \frac{P}{Q} \tag{39}$$

Статический коэффициент использования пассажировместимости

$$\gamma_{ст} = \frac{Q_{факт}}{q_н \cdot z_р \cdot \eta_{см}}, \tag{40}$$

где $z_р$ – количество рейсов;

Динамический коэффициент использования пассажировместимости

$$\gamma_д = \frac{P_{факт}}{q_н \cdot L_{общ} \cdot \beta} \tag{41}$$

Коэффициент сменяемости пассажиров за рейс

$$\eta_{см} = \frac{L_м}{\ell_{ср}} \tag{42}$$

Коэффициент неравномерности пассажиропотока

$$\eta_н = \frac{Q_{мах}}{Q_{ср}} \tag{43}$$

Коэффициент использования пробега

$$\beta = \frac{L_{пасс}}{L_{общ}}, \tag{44}$$

где $L_{пасс}$ – пробег с пассажирами за автомобиле-день.

Коэффициент регулярности движения автобусов по маршруту

$$\eta_{рег} = \frac{\sum z_{факт}}{\sum z_{план}} \tag{45}$$

Маршрутный коэффициент

$$K_м = \frac{\sum L_м}{\sum L_c} \tag{46}$$

где $\Sigma L_м$ – суммарная протяженность маршрутной сети;
$\sum L_c$ – суммарная протяженность городской транспортной сети.

Плотность маршрутной сети

$$\delta_{пл} = \frac{\sum L_c}{F} \tag{47}$$

где F – площадь города.

Среднее расстояния перехода пассажиров

$$\ell_{пп} = \frac{1}{3 \cdot \delta_{пл}} + \frac{\ell_{пер}}{4}, \tag{48}$$

где $\ell_{пер}$ – длина перегона.

Время рейса

$$t_р = \frac{L_м}{V_т} + n_{по} \cdot t_{по} + t_{ко} \quad \text{или} \quad t_р = \frac{L_м}{V_c} + t_{ко} \quad \text{или} \quad t_р = \frac{L_м}{V_э} \tag{49}$$

Количество рейсов за день

$$z_р = \frac{T_м}{t_р} \tag{50}$$

Суточная производительность автобуса (пасс.)

$$Q_{сут} = q_н \cdot \gamma_{вм} \cdot \eta_{см} \cdot z_р \tag{51}$$

Суточная производительность автобуса (пасс-км)

$$P_{сут} = q_н \cdot \gamma_{вм} \cdot L_{общ} \cdot \beta \tag{52}$$

Потребное количество автобусов на маршруте

$$A_м = \frac{Q_{пл}}{Q_{сут}} \quad \text{или} \quad A_м = \frac{P_{пл}}{P_{сут}} \tag{53}$$

Задача 1 Автобус выехал из предприятия в 5 ч утра, вернулся в 23 ч 30 мин; время обеденного перерыва составило 1 ч. Сколько часов в наряде находился автобус?

Задача 2 За счет улучшения качества технического обслуживания $\alpha_в$

был увеличен с 0,82 до 0,87. На сколько увеличится ходовой парк автомобилей за год, если списочная численность автомобилей 350 ед., время в наряде 12 ч, эксплуатационная скорость 18 км/ч?

Задача 3 Протяженность городского радиального маршрута 6 км; $n_{по}$=24; $t_{по}$=0,5 мин; $t_{ко}$=3 мин; автобус за 15 ч работы совершил 30 рейсов. Определить техническую скорость.

Задача 4 Длина городского диаметрального маршрута 12 км. На маршруте за день перевезено 1800 пассажиров, выполнено 7200 пасс-км. Определить $\eta_{см}$ за рейс и $\ell_{ср}$.

Задача 5 На маршруте «Железнодорожный вокзал-Стадион» работают автобусы ПАЗ-3203. Схема маршрута представлена на рис. 3.

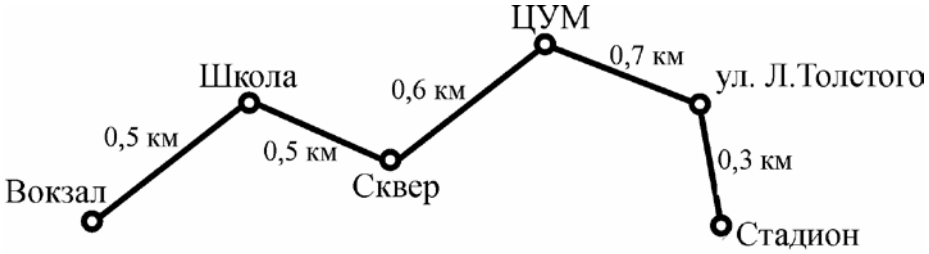

Рис. 3 Схема маршрута

Данные изучения пассажиропотоков за рейс представлены в табл. 4. Определить $\ell_{ср}$, $\eta_{см}$ и $\gamma_{вм}$.

Таблица 4

Наименование остановки	Пассажиров вошло	Пассажиров вышло	Наименование остановки	Пассажиров вошло	Пассажиров вышло
Вокзал	30	–	ЦУМ	12	15
Школа	20	6	ул. Л. Толстого	10	20
Сквер	15	19	Стадион	–	27

Задача 6 В результате нормирования скоростей на городском маршруте $V_э$ увеличилась с 16 до 20 км/ч. Маршрут протяженностью 8 км обслуживают автобусы ЛиАЗ-5256; $\gamma_{вм}$=0,85; $\eta_{см}$=3,8 за рейс; $q_н$=62 пасс.; $T_м$=20 ч. На маршруте за день необходимо перевезти 96800 пасс. Сколько автобусов высвободится на маршруте без изменения интервала движения в результате увеличения $V_э$?

Задача 7 На междугородном маршруте протяженностью 260 км четыре промежуточных остановки; $t_{по}$=12 мин; $t_{ко}$=2 ч. Определить время рейса, если $V_т$=38 км/ч.

Задача 8 Определить длину городского маршрута, если $n_{по}$=15; $t_{по}$=0,8 мин; $t_{ко}$=6 мин; $V_т$=22 км/ч; $T_м$=18 ч; $z_р$=20.

Задача 9 Определить количество $n_{пр}$ на пригородном маршруте протяженностью 32 км, если $t_р$=1,6 ч; $V_т$=25 км/ч; $t_{по}$=3 мин; $t_{ко}$=12 мин.

Задача 10 Определить потребное количество автобусов на маршруте в «час пик», если $\eta_н$=1,92; среднее количество перевозимых на маршруте пассажиров в «час пик» − 850; городской маршрут обслуживают автобусы ПАЗ-3203; $t_р$=30 мин; $q_н$=68 пасс; $\gamma_{вм}$=0,8; $\eta_{см}$=2,5.

Задача 11 Построить эпюру неравномерности пассажиропотока по часам суток и определить коэффициент неравномерности по данным изучения пассажиропотоков, приведенным в табл. 5.

Таблица 5

Время суток, ч	Перевезено пассажиров	Время суток, ч	Перевезено пассажиров
6−7	180	14−15	170
7−8	250	15−16	180
8−9	300	16−17	200
9−10	240	17−18	300
10−11	200	18−19	250
11−12	200	19−20	180
12−13	150	20−21	120
13−14	140	−−−−−−	−−−−−−

Задача 12 Суммарная длина маршрутной сети города составляет 95 км; суммарная длина транспортной сети города − 78 км при площади 30 км^2; средней длине перегона − 400 м; средней скорости пешехода − 4 км/ч. Определить маршрутный коэффициент, плотность маршрутной сети и среднее расстояние перехода пассажиров до ближайшей остановки.

Задача 13 Городской маршрут обслуживают 15 автобусов; каждый из них, согласно графика движения, должен за день сделать 20 рейсов. Фактически на маршрут было выпущено 12 автобусов, 10 автобусов совершили по 20 регулярных рейсов, а 2 по техническим причинам только 16 рейсов. Определить показатель регулярности движения автобусов по маршруту за день.

Задача 14 На междугородном маршруте протяженностью 60 км работают автобусы Ikarus−250 вместимостью 48 пассажиров. Определить численность работающих на маршруте автобусов, если известно, что они перевезли 576 пассажиров; $\gamma_{вм}$=0,8; $\eta_{см}$=1,5; $T_м$=16 ч; $t_р$=8 ч.

Задача 15 На междугородном маршруте 6 автобусов перевезли за день 1377 пассажиров. Длина маршрута составляет 220 км; эксплуатационная скорость 30 км/ч; $\gamma_{вм}$=0,87; $\ell_{ср}$=80 км; $T_м$=14,66 ч. Определить вместимость автобуса.

Задача 16 На пригородном маршруте протяженностью 28 км работают 6 автобусов ПАЗ-3202 вместимостью 48 пассажиров; эксплуатационная скорость 20 км/ч; $\gamma_{вм}$=0,76; $\eta_{см}$=3,7; $T_м$=16 ч. Определить суточный объем транспортной работы в пассажирах и пассажиро-километрах на

маршруте.

Задача 17 Сколько автобусов КАвЗ-3203 надо направить на городской маршрут протяженностью 10 км, если на этом маршруте за день требуется перевезти 30230 пассажиров при $T_м$=18 ч; $V_э$=20 км/ч; $q_н$=68 пассажиров; $\gamma_{вм}$=0,76; $\eta_{см}$=3,25?

Задача 18 При переходе на весенне-летний период работы время работы автобусов на маршруте увеличилось с 12,6 до 15,3 ч. На сколько рейсов больше будет делать каждый автобус, если длина маршрута составляет 18 км, эксплуатационная скорость 20 км/ч.

Задача 19 На ПАТП, обслуживающем городской маршрут $L_м$=10 км, в результате обновления парка подвижного состава были заменены физически и морально устаревшие ЛиАЗ-5256 автобусами ЛиАЗ-5265. До замены на маршруте работало 8 автобусов ЛиАЗ-5256; $\gamma_{вм}$=0,98; $\eta_{см}$=3,75; $T_м$=16 ч; $V_э$=20 км/ч. Сколько автобусов ЛиАЗ-5265 надо направить на маршрут, чтобы обеспечить заданный объем перевозок при сохранении тех же эксплуатационных показателей, если вместимость ЛиАЗ-5256 − 60 пассажиров, автобуса ЛиАЗ−5265 − 80 пассажиров.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОБУСОВ

При организации движения автобусов используются кроме ранее рассмотренных показателей следующие:

интервал движения автобуса

$$I = \frac{t_{об}}{A_м}; \tag{54}$$

частота движения

$$\text{А}_\text{ч} = \frac{\text{А}_\text{м}}{\text{t}_\text{об}}, \quad \text{или} \quad \text{А}_\text{ч} = \frac{1}{\text{I}}, \tag{55}$$

количество автобусов на маршруте

$$A_м = \frac{t_{об}}{I} \quad \text{или} \quad A_м = A_ч \cdot t_{об}, \tag{56}$$

количество оборотов за день

$$z_{об} = \frac{T_м \cdot V_т}{2\left(L_м + V_т \cdot n_{по} \cdot t_{по} + V_т \cdot t_{ко}\right)}. \tag{57}$$

Задача 1 На городском тангенциальном маршруте работают 12 автобусов ПАЗ-3204; $L_м$=15 км; $n_{по}$=20; $t_{по}$=30 с; $t_{ко}$=5 мин; $V_т$=20 км/ч. В часы пик на маршрут выходят еще 3 автобуса. Как при этом изменится интервал движения автобусов на маршруте?

Задача 2 Городской полудиаметральный маршрут обслуживают 12 автобусов; $t_{об}$=60 мин. По техническим неисправностям 2 автобуса преждевременно вернулись на предприятие. На сколько необходимо увеличить интервал движения между автобусами, чтобы восстановить регулярность движения?

Задача 3 На тангенциальном маршруте работают 9 автобусов; I=10 мин; V_c=20 км/ч; $t_{ко}$=3 мин. Определить длину маршрута.

Задача 4 На городском комбинированном маршруте работают 15 автобусов ЛиАЗ−5256 с интервалом движения 6 мин. Определить V_c и $V_э$, если $L_м$=12 км; $t_{ко}$=5 мин.

Задача 5 На городском экспрессном маршруте работают 6 автобусов ЛиАЗ−525645, которые за день перевозят 12288 пассажиров с интервалом движения I=10 мин. Определить $L_м$ и количество рейсов, если $V_э$=22 км/ч; $\gamma_{вм}$=0,8; $q_{вм}$=80 пассажиров.

Задача 6 На городском кольцевом маршруте (рис. 4) $A_ч$=10 автобуса/ч; $V_т$=20 км/ч; $t_{по}$=1 мин; $t_{ко}$=7 мин. Определить I и $A_м$.

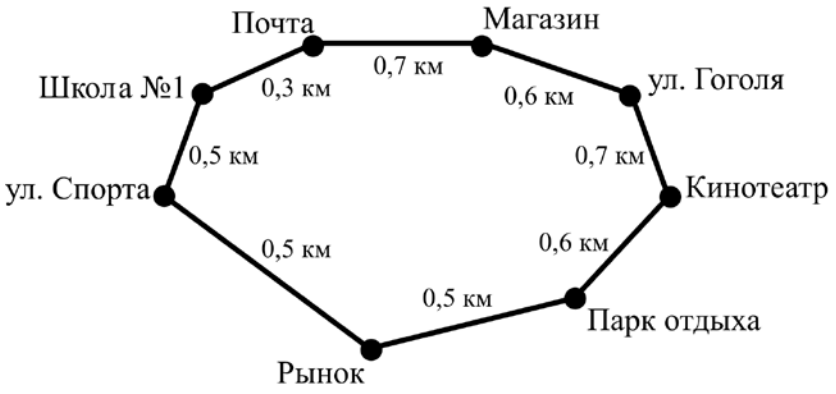

Рис. 4 Схема кольцевого маршрута

Задача 7 В целях повышения транспортной культуры обслуживания пассажиров на всех остановках радиального маршрута были оборудованы посадочные площадки, в результате чего $t_{по}$ сократилось с 20 до 14 мин за рейс. Определить на сколько увеличится V_c и z_p, совершаемых одним автобусом за день, если $t_{ко}$=6 мин; $L_м$=16 км; $V_т$=24 км/ч; $T_м$=16,8 ч.

Задача 8 Междугородный маршрут обслуживают 10 автобусов ЛиАЗ-525645, которые работают с интервалом движения 1 час. Сколько совершается рейсов z_p, если известно, что $T_м$=20 ч?

Задача 9 Определить количество пассажиров, перевезенных восемью

автобусами ЛиАЗ-5256 за день, если они обслуживают междугородный маршрут протяженностью 80 км; $A_ч$=4 автобуса/ч; $T_м$=16 ч; средняя дальность поездки одного пассажира 20,8 км; $\gamma_{вм}$=0,86; $q_{вм}$=34 пассажира.

Задача 10 Городской тангенциальный маршрут (рис. 5) обслуживают девять автобусов ПАЗ-3203 $q_{вм}$=45 пасс.; $\gamma_{вм}$=0,9; $T_м$=18 ч; за это время они перевозят 13700 пасс.; I=8 мин. Определить среднее расстояние перевозки пассажиров.

Рис. 5 Схема тангенциального маршрута

Задача 11 Городской маршрут протяженностью 13 км обслуживают пять автобусов КАвЗ-3203; V_m=26 км/ч. Начало работы автобуса на маршруте в 6 ч; $t_{пер}$=30 мин в каждой смене; $T_м$=15,75 ч. Время на пробег от предприятия до начальной остановки маршрута − 8 мин; $t_{ко}$=7 мин; $n_{по}$=8; $t_{по}$=1 мин. Построить график движения автобусов на маршруте.

Задача 12 Протяженность городского маршрута составляет 11 км. $n_{по}$=16; $t_{ко}$=2 мин; $t_{по}$=0,5 мин; V_m=22 км/ч; $T_м$=18 ч. Время на пробег от предприятия до начальной остановки маршрута − 4 мин. Количество автобусов на маршруте − 8. Начало работы на маршруте в 6 ч. 15 мин; $t_{пер}$ водителей в 1ой и 2ой сменах по 30 мин. Построить график выпуска автобусов на линию и возвращения в гараж.

Задача 13 Для повышения качества обслуживания пассажиров на городском тангенциальном маршруте протяженностью 14 км было введено экспрессное сообщение. Определить на сколько сократится t_p экспрессных автобусов, если V_m=28 км/ч. На маршруте $n_{по}$=20; среднее $t_{по}$=1 мин; $t_{ко}$=4 мин.

Задача 14 Улучшая обслуживание пассажиров, городской диаметральный маршрут на конце закольцевали, за счет чего его длина возросла с 7 до 10 км. Сколько автобусов следует добавить на маршруте, чтобы со-

хранить I=9 мин. при $V_э$=10 км/ч?

5. ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА И МЕТОДЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Транспортная задача является одной из важнейших частных задач линейного программирования. Ее сущность стоит в следующем. В пунктах $A_1, A_2, \ldots A_n$ имеется однородный груз в объемах a_i единиц. Этот груз необходимо доставить в пункты потребления $B_1, B_2, \ldots B_m$ в количестве b_j единиц. Известны расстояния (стоимость) перевозок c_{ij} между всеми пунктами отправления и получения груза. Задача заключается в построении такого плана перевозок, при котором потребность в грузе всех пунктов потребления будет удовлетворена, весь груз из пунктов отправления будет вывезен и при этом будет обеспечен минимум транспортной работы (стоимости перевозок), что соответствует достижению наименьшего среднего расстояния перевозок груза.

Экономико-математическая модель транспортной задачи в общем виде имеет следующую запись:

$$\left.\begin{array}{ll} \sum\limits_i x_{ij} = a_i, & (i = 1,2,\ldots n) \\ \sum\limits_j x_{ij} = b_j, & (j = 1,2,\ldots m) \end{array}\right\} \quad x_{ij} \geq 0; \qquad (58)$$

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j;$$

$$\sum_i \sum_j c_{ij} \cdot x_{ij} \to min,$$

где i - количество поставщиков;
j - количество потребителей;
a_i - ограничения по предложению;
b_j - ограничения по спросу;
c_{ij} - элементы целевой матрицы;
x_{ij} - объем корреспонденции между i – м и j – м пунктами.

Одним из методов решения транспортной задачи является распределительный метод. Он широко применяется при решении таких транспортных задач как оптимальное закрепление потребителей груза за поставщиками, маршрутизация перевозок грузов, распределение парка подвижного состава по автотранспортным предприятиям, закрепление маршрутов движения и др. Существенным недостатком этого метода является то, что им можно пользоваться только в задачах с однородными величинами (однородный груз, однородный подвижной состав). Вместе с тем распределительный метод имеет несколько разновидностей (метод Хичкока, метод Креко, модифицированный распределительный метод), отличающихся

способом выявления оптимального плана.

Решение транспортной задачи методом Хичкока рассмотрим на типовой задаче, исходные данные которой представлены в табл. 6, которая называется *матрицей распределительного метода*.

Таблица 6

Грузообразующие пункты	Грузопоглощающие пункты				Итого по вывозу, т	Потенциалы
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_1	16 200	6 200	10	4	400	-16
A_2	8	2 200	12 400	14	600	-12
A_3	2	18	8 400	6 600	1000	-8
Итого по ввозу, т	200	400	800	600	2000	
Потенциалы	0	+10	0	+2		

Расстояния (элементы целевой функции) между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами заносятся в правые верхние углы клеток.

Решение транспортной задачи условно сводится к выполнению четырех этапов.

1. Составление первого допустимого плана перевозок.

Существует несколько способов составления первого допустимого плана перевозок, одним из которых является *"метод северо-западного угла"*.

Согласно данного метода, распределение груза по потребителям производится начиная с грузоотправителя A_1 и грузополучателя B_1, то есть начиная с клетки A_1B_1. Потребность в грузе потребителя B_1 удовлетворяется полностью грузоотправителем A_1. В клетку A_1B_1 записывается весь объем потребления грузополучателя B_1 – 200 т. Оставшийся в пункте A_1 груз в количестве 200 т. будет вывозиться потребителю B_2. Но потребителю B_2 нужно завести не 200 т., а 400 т. груза. Недостающие 200 т. груза ввозятся от грузоотправителя A_2. Оставшиеся у грузоотправителя A_2 400 т. груза вывозятся в пункт B_3. Рассуждая таким образом, распределяется весь груз по потребителям (закрепление потребителей за грузополучателями), что выразится в заполнении клеток A_1B_1, A_1B_2, A_2B_2, A_2B_3, A_3B_3, A_3B_4, которые называются *загруженными*. *Количество загруженных клеток всегда должно равняться величине* $i+j-1$ (i – количество поставщиков; j – количество потребителей).

Если количество загруженных клеток менее чем $i+j-1$ (*вырождение в задачах линейного программирования*), то недостающее количество клеток получается путем загрузки соответствующего количества свободных

клеток нулями (*нулевые загрузки*). Клетка, в которой проставлена нулевая загрузка, считается загруженной.

2. Нахождение специальных цифровых индексов (потенциалов).

Для определения потенциалов всех клеток таблицы необходимо во всех загруженных клетках получить нулевой потенциал. С этой целью по строчкам и столбцам табл. 7 ко всем расстояниям, проставленным в верхних правых углах клеток, прибавляются такие числа, которые в сумме с расстояниями загруженных клеток дают нуль (*нулевой потенциал*). Таким же образом определяются потенциалы для *свободной* (незагруженной) клетки, то есть для каждой свободной клетки определяется сумма указанного в ней расстояния с ранее полученными по загруженным клеткам потенциалами.

Таблица 7

Грузообразующие пункты	Грузопоглощающие пункты				Итого по вывозу, т	Потенциалы
	B_1	B_2	B_3	B_4		
A_1	0 | 16 200	0 | 6 200 –	-6 | 10	-10 | 4 +	400	-16
A_2	-4 | 8	0 | 2 200 +	0 | 12 400 –	4 | 14	600	-12
A_3	-6 | 2	20 | 18	0 | 8 400 +	0 | 6 600 –	1000	-8
Итого по ввозу, т	200	400	800	600	2000	
Потенциалы	0	+10	0	+2		

3. Проверка оптимальности.

При решении задачи на минимум оптимальный вариант получается в том случае, когда во всех загруженных клетках стоят нулевые потенциалы, а потенциалы всех свободных клеток являются положительными величинами. Наличие свободных клеток с отрицательными значениями потенциалов говорит об имеющихся резервах, использовав которые можно получить лучший вариант решения.

Если решается задача на максимум, то оптимальный вариант получается тогда, когда во всех загруженных клетках стоят нулевые потенциалы, а потенциалы всех свободных клеток являются отрицательными величинами.

В рассматриваемой задаче на минимум первый допустимый план не является оптимальным, поскольку в клетках A_1B_4, A_2B_1, A_1B_3, A_3B_1 имеются отрицательные потенциалы (табл. 7), что требует перераспределения загрузки клеток таблицы.

4. Построение контуров.

Перераспределение загрузок клеток начинается с определения наиболее потенциальной незагруженной клетки. Для этой клетки строится "контур" – замкнутая ломаная линия, состоящая из прямых горизонтальных и вертикальных отрезков, пересекающихся под прямым углом, соединяющих эту клетку с другими загруженными клетками. После этого всем клеткам, где образуется прямой угол, попеременно, начиная с выбранной незагруженной клетки, присваивается положительный (+) и отрицательный (–) знаки. Контур может быть только один для данной выбранной незагруженной клетки.

Далее из всех клеток со знаком минус выбирается клетка с наименьшей цифрой загрузки. Количество груза, указанное в этой клетке, отнимается из всех клеток со знаком минус и прибавляется во все клетки со знаком плюс. При этом общая сумма в столбцах остается прежней, а изменяется лишь перераспределение груза среди потребителей.

С учетом новой таблицы повторяются все ранее описанные операции. Если решение улучшить нельзя, оно считается оптимальным.

Задача 1 Имеется четыре грузообразующих пункта A_1, A_2, A_3, A_4 из которых следует вывести однородный груз пяти потребителям (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5) соответственно 15, 85, 40, 70 т.

Таблица 8

Грузообразующие пункты	Расстояния между грузообразующими и грузопотребляющими пунктами, км.				
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	8	7	9	16	17
A_2	12	10	11	14	20
A_3	15	14	19	16	19
A_4	23	11	14	18	20

При этом потребителю B_1 необходимо доставить 40 т. груза, B_2 – 40 т., B_3 – 80 т., B_4 – 40 т и B_5 – 10 т. Расстояния между грузоотправителями и потребителями указаны в табл. 8

Необходимо так закрепить потребителей за грузоотправителями, чтобы общая транспортная работа была минимальной.

Задача 2 В табл. 9 представлена матрица по закреплению потребителей силикатного кирпича за кирпичными заводами.

Таблица 9

Потребители кирпича	Расстояния между поставщиками (кирпичные заводы) и потребителями				Потребность в кирпиче, тыс. шт.
	№1	№2	№3	№4	
Железнодорожная станция	8	6	13	4	325

Строительство Дома культуры	11	2	18	20	325
Нефтехимический завод	7	7	17	23	300
Фабрика «Ударница»	11	6	5	10	200
Наличие кирпича, тыс. шт.	300	225	225	400	1150

Необходимо закрепить потребителей за поставщиками при условии, что на железнодорожную станцию нельзя доставлять груз с завода №4, а на фабрику с завода №3.

Задача 3 Решить предыдущую задачу 2 по закреплению потребителей за поставщиками, если кирпичные заводы №2 и №3 увеличили производство кирпича до 325 тыс. шт.

Задача 4 Решить предыдущую задачу 2 при следующих дополнительных условиях:

a. потребности железнодорожной станции должны быть полностью удовлетворены;

b. из кирпичного завода №3 кирпич должен быть вывезен полностью;

c. кирпичные заводы №1 и № 4 необходимо полностью разгрузить;

6. МЕТОДЫ МАРШРУТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

6.1. Определение кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети методом потенциалов

Для обеспечения наиболее рационального использования подвижного состава и сокращения транспортных затрат большое значение имеет определение кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети.

Транспортная сеть, представляющая собой систему дорог, пригодных для движения подвижного состава, образуется *вершинами и звеньями сети.* Вершинами транспортной сети являются пункты на карте города (местности) наиболее важные для определения расстояний или маршрутов движения автомобилей. Связь между вершинами с указанием расстояния между ними образуется звеньями сети.

Транспортная сеть считается *заданной*, если определены вершины сети, звенья и их длина.

Определение кратчайших расстояний методом потенциалов заключается в следующем.

1. Начальной точке сети, за которую может быть принята любая из точек сети, присваивается потенциал, равный нулю $v_i=0$.

2. Определяются потенциалы соседних с начальной точкой вершин

сети v_j

$$v_j = v_i + \ell_{ij}, \qquad (59)$$

где v_i - потенциал предшествующей вершины;

ℓ_{ij} - длина звена, соединяющего вершины i и j.

Из всех полученных потенциалов выбирается наименьший, который проставляется у соответствующей вершины, а звено (i – j) отмечается стрелкой.

3. Решение продолжается до тех пор, пока всем вершинам сети не будут присвоены потенциалы. Величина потенциалов у соответствующих вершин показывает кратчайшее расстояние от выбранного начального пункта до данного пункта. Звенья со стрелками образуют кратчайший маршрут движения от начального пункта до всех остальных.

6.2. Маршрутизация перевозок массовых грузов

Основной целью составления рациональных маршрутов перевозок массовых грузов является достижение максимального коэффициента использования пробега автомобилей. При маршрутизации перевозок массовых грузов определяется порядок следования автомобилей после разгрузки под следующую погрузку с тем, чтобы общий пробег без груза был наименьший.

Маршрутизация перевозок грузов осуществляется в несколько этапов.

1. Определяется кратчайшее расстояние между всеми пунктами транспортной сети.

2. Производится закрепление потребителей одного и того же груза за поставщиками. Из полученных оптимальных вариантов размеров и направлений грузопотоков по каждому виду груза составляется сводный план размеров и направлений грузопотоков.

3. Находится оптимальный план возврата порожнего подвижного состава. Оптимальный план подачи порожнего подвижного состава определяется в результате решения транспортной задачи, где поставщиками являются пункты сосредоточения порожнего подвижного состава (потребители грузов), а его потребителями – объекты, испытывающие потребность в порожних автомобилях (поставщики грузов).

4. Составляются рациональные маршруты движения подвижного состава.

Одним из методов составления рациональных маршрутов является *метод "совмещенной матрицы".*

При этом методе сводный план грузопотоков и оптимальный план возврата порожних автомобилей заносятся в единую "совмещенную мат-

рицу″. Для построения ″совмещенной матрицы″ в соответствующие клетки таблицы сводного плана грузопотока из таблицы возврата порожнего подвижного состава переносятся данные, характеризующие количество и направление возврата порожних автомобилей, и выделяются кружочком.

Клетки таблицы, в которых имеются две записи: объем перевозок и возврат порожних автомобилей, образуют *маятниковые маршруты*. Меньшая цифра позывает мощность грузопотока по полученному маршруту. Выбранный грузопоток из клеток таблицы исключается.

После того как выявлены все маятниковые маршруты, в клетках останется только по одной цифре, показывающей объем перевозки груза или величина провозной способности возвращающегося в данном направлении порожнего состава. Для каждой клетки таблицы, загруженной объемом перевозок груза, строится контур, в котором все четные углы лежат в клетках, загруженных величинами грузопотоков, а нечетные – в клетках, загруженных провозной способностью порожнего состава. Полученные контуры образуют *кольцевые маршруты*. Мощность грузопотока на каждом из этих маршрутов определяется наименьшей величиной загрузки клеток контура.

По этим же правилам строятся контуры с учетом оставшихся величин в загруженных клетках. Построение контуров продолжается до тех пор, пока не останется ни одной загруженной клетки.

6.3. Нахождение рациональных развозочно-сборочных маршрутов

При организации перевозок мелкопартионных грузов возникает необходимость определения рационального развозочно-сборочного маршрута объезда пунктов. Решения данной задачи начинается с нахождения *кратчайшей связующей сети*.

С этой целью на транспортной сети находится наименьшее звено. Затем, рассматривая все звенья, связанные одной из своих вершин с выбранным звеном, выбирается звено с наименьшим расстоянием. При этом нельзя выбирать звено, соединяющее две ранее включенные в сеть вершины. Действуя аналогичным образом, формируются кратчайшие связующие сети.

После этого производится набор пунктов в маршруты. Для этого по каждой ветви сети, начиная с той, которая имеет наибольшее число звеньев, группируются пункты в маршруты с учетом количества ввозимого и вывозимого груза и вместимости подвижного состава. Если все пункты ветви не могут быть включены в один маршрут, то ближайшие к другой ветви пункты группируются вместе с пунктами этой ветви.

На следующем этапе определяется очередность объезда пунктов маршрута. На этом этапе все пункты, начиная с начального, связываются замкнутой ломаной линией, которая соответствует кратчайшему пути объ-

езда пунктов. Одним из методов нахождения кратчайшего пути объезда развозочно-сборочного маршрута является *метод сумм*, с помощью которого строится специальная матрица расстояний между пунктами каждого маршрута (табл. 10) По главной диагонали в ней располагаются пункты, включенные в маршрут. Цифры показывают расстояние между этими пунктами. Дополнительно в этой таблице имеется итоговая строка – строка сумм. В ней проставляются суммы расстояний по каждому столбцу.

Таблица 10

Матрица расстояний маршрута

А	4	8	12	9	7
4	**Б**	5	7	5	6
8	5	**В**	3	10	11
12	7	3	**Г**	9	2
9	5	10	9	**Д**	3
7	6	11	2	3	**Е**
40	27	37	33	36	29

Первоначально намечается маршрут объезда из трех пунктов, которым соответствуют в строке сумм наибольшие значения. В него включается следующий пункт, которому соответствует следующее по максимальности значение сумм расстояний. Чтобы определить, между какими пунктами начального маршрута его следует вставить, необходимо определить минимально возможную величину увеличения длины маршрута Δ_{i-j} при включении в маршрут нового пункта.

$$\Delta_{i-j} = \ell_{i-k} + \ell_{k-j} - \ell_{i-j}, \qquad (60)$$

где ℓ – расстояние между пунктами;
i – номер первого пункта;
j – номер второго пункта;
k – номер включаемого пункта.

Из всех полученных значений приращений расстояния выбирается наименьшее и между соответствующими ему пунктами вставляется данный пункт. Затем по матрице расстояний выбирается пункт, соответствующий следующему по убыванию величины расстояний в строке сумм. Повторив указанные действия, получается рациональный порядок объезда маршрута.

Задача 1 Имеется четыре грузоотправляющих пункта A_1, A_2, A_3, A_4 из которых следует вывести груз шести потребителям (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6) соответственно 280, 250, 340, 150 т. При этом из пункта A_1 потребителю B_1 необходимо доставить 210 т. груза, B_2 – 70 т.; из пункта A_2 в пункт B_5 – 250 т.; из пункта A_3 в пункты B_3 – 130 т., B_4 – 210 т.; из пункта A_4 в пункт B_6 – 150 т. Расстояния между грузоотправителями и потребителями указаны в табл. 11. Требуется так организовать процесс перевозок, чтобы при минимальных затратах весь груз был перевезен с максимально возможным в данных условиях коэффициентом использования пробега.

Таблица 11

Грузоотправляющий пункт	Расстояния между грузоотправляющими и грузопотребляющими пунктами, км.					
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
A_1	10	11	7	5	7	8
A_2	8	7	12	9	10	13
A_3	12	5	11	12	8	12
A_4	6	9	8	7	7	11

Задача 2 Определить кратчайшее расстояние от вершины А до всех остальных вершин транспортной сети, представленной на рис. 6.

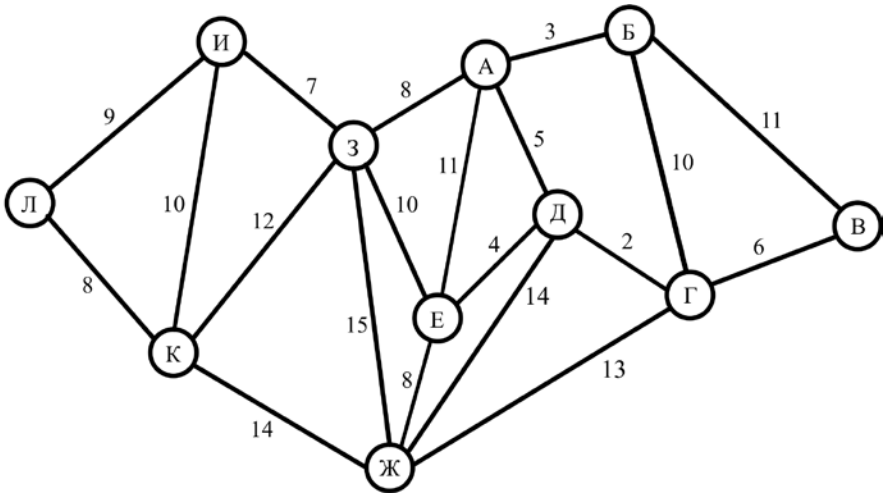

Рис. 6. Схема транспортной сети

Задача 3 Согласно заключенным договорам, в течение суток АТП должно осуществить объем перевозок, указанный в табл. 12. Расстояние между участниками перевозок дано в табл. 13

Требуется составить рациональные маршруты работы транспорта таким образом, чтобы, не меняя характера перевозки грузов, указанных в заказе, добиться наибольшего значения коэффициента использования пробега.

Таблица 12

Отправитель груза и его условное обозначение	Получатель груза и его условное обозначение	Вид груза	Количество ездок
Грузовой железнодорожный двор, A_1	Завод «Металлопластмасс», $Б_1$	Щебень	90
Тоже	ЗЖБК-1, $Б_4$	–– ″––	100
Речной порт, A_2	ЗЖБК-2, $Б_2$	Гравий	90
Тоже	Поселок, $Б_3$	–– ″––	180
Карьер, A_3	Тоже	Песок	100

Таблица 13

Получатели груза	Расстояние между отравителями и получателями груза, км		
	$А_1$	$А_2$	$А_3$
$Б_1$	5	8	10
$Б_2$	7	2	7
$Б_3$	3	12	7
$Б_4$	4	13	4

Задача 4 Из пункта А доставляется груз в 11 пунктов: Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М, из которых, в свою очередь, в пункт А необходимо доставить возвратную тару (рис. 7). Количество единиц груза, доставляемого из пункта А в каждый пункт, представлено в табл. 14.

Таблица 14

Объемы грузопотоков

Пункт	Количество единиц груза	
	ввозимого	вывозимого
Б	60	60
В	30	80
Г	10	20
Д	50	70
Е	100	–
Ж	60	100
З	20	10
И	40	40
К	30	30
Л	40	–
М	40	70

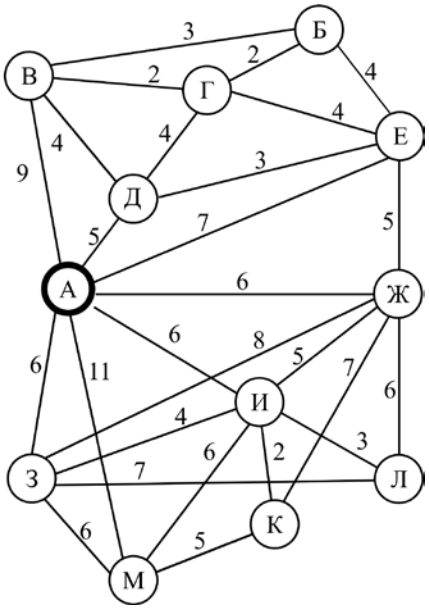

Рис. 7 Схема транспортной сети

Вместимость одного автомобиля составляет не более 250 единиц груза. Необходимо организовать перевозку между пунктами с наименьшим пробегом автомобилей.

7. ПОГРУЗО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ ПУНКТЫ И СКЛАДЫ

Производительность автомобилей в большей степени зависит от организации работы погрузо-разгрузочных пунктов и складов. Для обеспечения минимальных затрат времени на обработку грузов пункты погрузки и разгрузки должны иметь достаточное количество высокопроизводительных погрузо-разгрузочных машин и устройств, обустроенные площадки для маневрирования автомобилей, весовое оборудование, складские помещения.

Фронт погрузки или разгрузки автомобилей $L_ф$ при торцовой расстановке

$$L_ф = N_{n(p)}(B + b) + b, \quad (61)$$

при фронтальной расстановке

$$L_ф = N_{n(p)}(L_a + a) + a, \quad (62)$$

где $N_{n(p)}$ – количество пунктов погрузки (разгрузки);

B – ширина автомобиля;

b, a – расстояние между автомобилями;

Пропускная способность поста

$$M_m = \frac{1}{t_m \cdot \eta'_н}, \text{ [т/ч]} \qquad M_a = \frac{1}{t_m \cdot q_н \cdot \gamma_c \cdot \eta'_н}, \text{ [авто/ч]} \quad (63)$$

где t_m – затраты времени на погрузку (разгрузку) 1 т груза;

$\eta'_н$ – коэффициент неравномерности объема перевозок грузов.

Суточная производительность поста

$$Q_m^n = M_m \cdot T_н, \text{ [т/сут]} \qquad Q_a^n = M_a \cdot T_н, \text{ [авто/сут]} \quad (64)$$

Пропускная способность пункта

$$П_m = M_m \cdot N_{n(p)}, \text{ [т/ч]} \qquad П_a = M_a \cdot N_{n(p)}, \text{ [авто/ч]}$$

Количество постов погрузки (разгрузки) $N_{n(p)}$

$$N_{n(p)} = \frac{Q_c \cdot t_m \cdot \eta'_н}{T_н}, \qquad N_{n(p)} = \frac{A_c \cdot q_н \cdot \gamma_c \cdot Q_c \cdot t_m \cdot \eta'_н}{T_н}. \quad (65)$$

Количество постов погрузки (разгрузки), необходимое для бесперебойной работы заданного количества автомобилей

$$N_{n(p)} = \frac{A \cdot t_{n(p)} \cdot \eta'_н}{t_{об}}, \qquad N_{n(p)} = \frac{t_{n(p)} \cdot \eta'_н}{I}. \quad (66)$$

Коэффициент вместимости склада

$$\psi_c = \frac{E_ф}{E_c} \quad (67)$$

где $F_ф$, F_c – соответственно, фактическое количество груза на складе и емкость склада.

Пропускная способность склада

$$П_c = \frac{F_c \cdot \varepsilon}{T_н \cdot \psi_c \cdot \eta'_н}, \qquad (68)$$

где ε – расчетная нагрузка на пол склада, т/м^2.

Задача 1 Перевозки зерна с тока на элеватор осуществляют автомобили ЗиЛ-431410 грузоподъемностью 5 т. Рассчитать фронт разгрузки автомобилей на элеваторе, если $T_м$=12 ч, Q_c=800 т, $\ell_{ег}$=40 км, V_m=32 км/ч, β=0,5, γ_c=1, $t_п$=$t_р$=15 мин, B=2500 мм, b=1,5 м, под погрузку $\eta'_н$=1,2.

Задача 2 За время работы 10 ч погрузочный пункт перерабатывает 750 т при этом время погрузки 1 т составляет 4 мин, $\eta'_н$=1, $L_ф$=24,5 м, B=2,5 м. Рассчитать расстояние между двумя стоящими рядом автомобилями.

Задача 3 Погрузо-разгрузочный пункт оборудован четырьмя погрузчиками, которые производят загрузку автомобиля грузоподъемностью 4 т за 12 мин при $\eta'_н$=1,25. Рассчитать $П_m$ и $П_a$, если грузоподъемность автомобиля используется полностью.

Задача 4 Погрузочный пункт перерабатывает 288 т в сутки. На пункте оборудованы два поста для погрузки автомобилей-рефрижераторов грузоподъемностью 2,5 т, γ_c=0,8, под погрузку $\eta'_н$=1,25, $t_п$=10 мин. Рассчитать продолжительность работы погрузочного пункта.

Задача 5 Перевозки песка из карьера осуществляют автомобили-самосвалы грузоподъемностью 4,5 т, время работы карьера 14 ч, время погрузки 1 т песка 1,2 мин. Автомобили под погрузку поступают равномерно, по графику, грузоподъемность автомобиля используется полностью. Рассчитать суточную производительность карьера и количество погруженных автомобилей, если в карьере работает один экскаватор.

Задача 6 Рассчитать потребное количество автомобилей для бесперебойного обслуживания двух экскаваторов с емкостью ковша 5 м^3, $t_п$ автомобиля 3 мин, $t_р$=3 мин, $\ell_{ег}$=4 км, V_m=24 км/ч, β=0,5.

Задача 7 Месячный объем перевозок кирпича составляет 13250 т. Перевозки осуществляются автомобилями грузоподъемностью 11,5 т, время погрузки $t_п$ автомобиля 25 мин, $t_р$=25 мин, $\ell_{ег}$=40 км, V_m=36 км/ч, β=0,5, $T_м$=12 ч, γ_c=1, $\alpha_в$=0,8. Рассчитать интервал движения автомобилей I, если коэффициент неравномерности поступления автомобилей под погрузку $\eta'_н$=1,2.

Задача 8 Среднесуточная пропускная способность склада 400 т, коэффициент, учитывающий проходы и проезды, 1,4, расчетная нагрузка на пол склада 3,6 тс/м^2, $\eta'_н$=1,2. Грузы хранятся на складе 3 сут. Рассчитать площадь склада.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

Методические указания к практическим занятиям

Составитель
ТЮЛЬКИН Вячеслав Анатольевич

В авторской редакции

Подписано в печать 26.04.2017. Формат 60x90 1/16. Печ. л. 2,0.
Тираж 300 экз. Заказ № 16-849.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.